Neue
Beobachtungen
an den
Bienen,
von
Franz Huber.

Nach der zweiten Ausgabe
deutsch mit Anmerkungen
herausgegeben
von
Georg Kleine,
Pastor zu Lüethorst, wirklichem Mitgliede des Wandervereins deutsch-österreichischer Bienenwirthe und Ehrenmitgliede des westphälisch-rheinischen Vereins für Bienenzucht und Seidenbau.

---

3. Heft.
Wachs- und Zellenbau.

Mit sechs Stahlstichtafeln.

Einbeck,
Verlag von H. Ehlers.
1858.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Wachs- und Zellenbau.

Vorwort

des jüngern Huber's, Herausgebers des II. Bandes.

Die Beobachtungen, welche ich im Namen meines Vaters veröffentliche, hatten seine und Burnens Geduld lange in Anspruch genommen. Es genügte nicht, aufmerksam den Arbeiten der Bienen zu folgen, man mußte auch ihren Zusammenhang ergründen und ihren Zweck ausfindig machen.

Dieser Schwierigkeit gesellte sich die vielleicht noch größere zu, sich die verwickelten Formen deutlich zu vergegenwärtigen und sich eine klare Vorstellung von ihrer Verbindung zu machen. Aus Thon geschickt gebildete Modelle ergänzten die Lücken, welche die mündliche Rede lassen mußte.

So konnte sich mein Vater nach Burnens Mittheilungen eine ziemlich vollständige Theorie über den Wachsbau der Bienen bilden.

Er hegte keinen Zweifel an der Richtigkeit seiner Beobachtungen; um aber neue Aufschlüsse, oder die Bestätigung der Thatsachen, die er richtig aufgefaßt zu haben glaubte, zu erhalten, wünschte er, daß auch ich sie noch erst einmal prüfe, ehe sie veröffentlicht würden.

Zu dem Ende verschaffte ich mir Stöcke, welche denen ähnlich waren, deren er sich bedient hatte, und nicht ohne lebhafte Freude wurde auch ich Zeuge all der einzelnen Züge dieses bewunderungswürdigen Kunsttriebes; eben so groß war aber auch meine Genugthuung, meinem Vater die gewissenhafte Genauigkeit des Beobachters verbürgen zu können, dem er sein Vertrauen geschenkt hatte, und dessen Angaben ich nur wenige Einzelheiten hinzufügen konnte.

Vorrede.

Seit Veröffentlichung des ersten Bandes dieses Werkes sind zwanzig Jahre verflossen, in denen ich aber nicht müssig gewesen bin. Ehe ich indeß mit neuen Beobachtungen hervortreten wollte, sollte die Zeit die Wahrheiten, die ich festgestellt zu haben glaubte, sankzioniren. Ich hatte mich der Hoffnung hingegeben, daß tüchtigere Naturforscher begierig sein würden, die Genauigkeit der Resultate, die ich gewonnen hatte, zu prüfen, und dachte mir, daß sie bei der Wiederholung meiner Versuche vielleicht Thatsachen entdecken würden, die mir entgangen waren. Aber in der ganzen Zeit hat man keinen Versuch gemacht, in die Naturgeschichte dieser Insekten tiefer einzudringen, und doch war sie lange noch nicht erschöpft.

Habe ich mich in dieser Hoffnung auch getäuscht gesehen, so glaube ich doch nichts desto weniger mir schmeicheln zu dürfen, das Vertrauen meiner Leser mir gesichert zu haben. Meinen Beobachtungen ist die Anerkennung zu Theil geworden, über mehre bislang noch nicht erklärte Erscheinungen helleres Licht verbreitet zu haben; Verfasser verschiedener Werke über den Haushalt der Bienen haben sie benutzt; die meisten Züchter haben die Grundsätze, die ich als zuverlässig erkannt hatte, als Grundlage ihrer Praxis angenommen, und selbst Naturforscher haben nicht ohne Theilnahme auf meine Bestrebungen hingeblickt, den doppelten Schleier zu lüften, der hinsichtlich meiner die Naturwissenschaften verhüllt. Ihr Beifall würde mich ermuthigt haben, die Thatsachen, welche diesen zweiten Theil bilden, schon früher zusammenzustellen, hätte nicht der Verlust verschiedener mir theurer Personen die Ruhe gestört, die zu derartigen Beschäftigungen erforderlich ist.

Der große, nachsichtige und liebenswürdige Philosoph, dessen Wohlwollen mein Auftreten vor dem Publikum trotz der Ungunst

meiner Lage zu rechtfertigen schien, Karl Bonnet, war aus dem Leben geschieden, und Muthlosigkeit hatte sich meiner bemächtigt. — Die Wissenschaften haben in ihm einen der hervorragenden Geister verloren, die vom Himmel gesendet worden, um Liebe für dieselben zu erwecken; die dadurch, daß sie dieselben mit den natürlichsten Gefühlen des Menschen in Verbindung bringen, und einer jeden die Stellung und den Grad der Theilnahme anweisen, die ihr gebührt, ebensosehr das Herz, als den Verstand anzuregen und die Phantasie, ohne sie durch Gaukeleien zu verwirren, zu beschäftigen verstehen.

In der Freundschaft und Gelehrsamkeit Senebier's fand ich einigen Ersatz für den Verlust, der mich betroffen hatte. Ein ununterbrochener Briefwechsel mit diesem großen Physiologen, der mir den innezuhaltenden Weg anzeigte, glänzte freundlich in mein Leben hinein; sein Tod versenkte mich bald in neuen Schmerz. Zuletzt sollte ich auch noch der Augen, welche die meinigen ersetzt hatten, der Gewandtheit und Hingebung, über die ich funfzehn Jahre lang zu verfügen gehabt, beraubt werden. Burnens, dieser treue Beobachter, dessen Dienste ich immer freudig anerkennen werde, ist, in den Schoß seiner Familie durch häusliche Angelegenheiten zurückgerufen und von seinen Mitbürgern bald nach Verdienst gewürdigt, einer der ersten Beamteten eines ziemlich beträchtlichen Distrikts geworden.

Dieser letzte Verlust, der gewiß nicht der am wenigsten harte war, weil er mich des Mittels beraubte, mich über die bereits erlittenen zu trösten, wurde indeß durch die Genugthuung gemildert, die ich darin fand, die Natur durch das Auge des Wesens, welches mir das theuerste ist, und mit dem ich erhabenern Betrachtungen folgen konnte, zu beobachten.

Was mich aber vorzugsweise wieder zur Naturgeschichte hinzog, war die Vorliebe, die mein Sohn für dieses Studium an den Tag legte. Ich theilte ihm meine Beobachtungen mit; er hielt es für bedauerlich, daß eine Arbeit, die ihm der Aufmerksamkeit der Naturforscher werth schien, in meinem Schreibtische vergraben bleiben sollte; und als er bemerkte, mit welch inneren Widerstreben ich vor dem Ordnen des gesammelten Materials zurückschreckte, erbot er sich zur Uebernahme dieser Arbeit. Ich gab seinem Drängen nach. Man wird es deßhalb aber auch nicht

auffällig finden, wenn die Form dieses Werks in seinen beiden Theilen eine verschiedene ist. Der erste Theil enthält meinen Briefwechsel mit Bonnet, der zweite liefert eine Reihe von Abhandlungen. In jenem hatte ich mich auf die einfache Mittheilung von Thatsachen beschränkt; im zweiten gab es schwierigere Gegenstände zu beschreiben, und um sie weniger trocken zu machen, habe ich manche Betrachtungen eingestreut, wie sie mir gerade durch den Gegenstand eingegeben wurden. Uebrigens habe ich meinem Sohne, indem ich ihm meine Tagebücher übergab, zugleich meine Vorstellungen überliefert. Wir haben unsere Ansichten und Meinungen verschmolzen; ich bestrebte mich, ihn gleichsam in den Besitz eines Gegenstandes zu setzen, in welchem ich einige Erfahrung gewonnen hatte.

Dieser zweite Band handelt von den Arbeiten der Bienen im engern Sinne, oder vom Wachs- und Zellenbau, vom Athmen und von den Sinnen derselben. Die Abhandlungen, welche in Zeitschriften bereits mitgetheilt waren, haben hier ihren gebührenden Platz wieder erhalten, so die vom Ursprunge des Wachses und die vom Todtenkopf; sie haben beide einige Abänderungen erfahren und die letztere ist durch neue Wahrnehmungen bereichert.

Ich hätte noch mehre Beobachtungen denen hinzufügen können, die ich hiermit dem Publikum übergebe; da sie aber kein genügend zusammenhängendes Ganze bilden würden, habe ich sie lieber zurückgehalten, um sie später vielleicht mit Thatsachen, auf die sie Bezug nehmen, zu veröffentlichen.

BAYERISCHE STAATS- BIBLIOTHEK MUENCHEN

Einleitung.

Wohl kein Volk, kein Land hat so viel Geschichtschreiber gefunden, als diese Republiken arbeitsamer Insekten, deren Gewerbfleiß uns gewidmet scheint. Es giebt Zeitschriften, welche ausschließlich mit der Bienenzucht sich beschäftigen; man hat Vereine gegründet, deren Zweck die Besprechung der Vortheile dieser oder jener Methode ist; Jahrhunderte haben ihre Beobachtungen aufgehäuft, und trotz der Fortschritte der Wissenschaften sind wir noch mit dem Urstoffe des Wachses unbekannt. Es ist freilich nicht zu leugnen, daß die meisten Schriftsteller, denen wir so zahlreiche Schriften verdanken, uns als bloße Züchter ihre unzuverlässigen Erfahrungen als Lehren, mitunter ihre Träumereien als eine auf Erfahrung gegründete Theorie gegeben und ihre Zitate häufend, sich gegenseitig ausschreibend dazu beigetragen haben, die Irrthümer vielmehr zu erhalten, als sie zu beseitigen. Glücklicherweise giebt es eine kleine Zahl Schriftsteller, achtungswerth durch ihre Talente und ihre Wahrheitsliebe, welche die gewöhnlichen Schranken überschritten und als rechte Naturforscher den Gesetzen nachgeforscht haben, denen diese Genossenschaften sich unterwerfen.

Die Bienen haben sogar die Aufmerksamkeit der Mathematiker auf sich gezogen. Schon die des Alterthums hatten den Zweck der sechseckigen Prismen anerkannt,

woraus sie ihre Waben zusammensetzen; aber erst den neuen Theorien war es möglich, die ganze Bedeutsamkeit des geometrischen Problems zu würdigen, welches diese Insekten in der Konstrukzion des Bodens ihrer Zellen gelös't haben. Diese in Pyramiden auslaufenden Böden bildeten einen Gegenstand der tiefsinnigsten Spekulazionen für diejenigen, welche nicht alles durch Annahme einer blinden Nothwendigkeit erklären zu können vermeinen. Tüchtige Mathematiker haben die Ueberzeugung ausgesprochen, daß die Bienen aus einer endlosen Reihe von Pyramiden gerade die Form gewählt haben, welche die meisten Vortheile in sich vereinigt. »Aber,« sagt Reaumur, der Schriftsteller, welcher die Natur am besten gekannt hat, »nicht ihnen gebührt die Ehre, sondern einer Weisheit, welche die Unermeßlichkeit der endlosen Folgen jeder Art und ihre Gesammtverbindungen klarer und deutlicher erkennt, als eine Einheit von unsern jüngern Archimeden erkannt werden kann.«

Wenn wir nun auch dem Arbeiter die Ehre der Erfindung nicht beilegen, so wird man uns doch einräumen müssen, daß die Ausführung eines so komplizirten Planes keinen stumpfsinnigen Geschöpfen, plumpen belebten Maschinen anvertraut werden konnte. Wenn wir im weitern Verlaufe nachweisen, daß die Bienen in gewissen Fällen von ihrer gewohnten Bahn abweichen können, daß die Regelmäßigkeit in ihren Arbeiten vielfache Ausnahmen erleidet, und daß sie Abweichungen durch theilweise Erweiterungen oder Verkürzungen auszugleichen verstehen, so daß daraus keinerlei Nachtheil für das Ganze hervorgeht; wenn wir nachweisen, daß keine Unregelmäßigkeit in ihrer Arbeit ohne Zweck ist, so wird man erkennen, wie umfassend ihre Aufgabe, und wie groß die Feinheit ihrer Organisazion sein muß.

Um eine richtige Vorstellung von der Arbeit der Bienen zu geben, wollen wir uns eine einzelne Zelle, mit der Oeffnung nach unten, auf eine horizontale Fläche gestellt denken. So stellt sie eine kleine prismatische Säule mit sechs Seiten und mit einem pyramidenförmigen, stark

gedrückten und abgestumpften Dache überdeckt vor. (Taf. I. Fig. 1.)

Die sechs Wände des sechseckigen Rohrs, welche auf den ersten Blick ebenso viele rechtwinklige Wachsblättchen zu sein scheinen, sind wohl am Rande der Oeffnung in rechten Winkeln abgeschnitten, an dem entgegengesetzten Ende aber abgeschrägt; folglich sind ihre großen Seiten nicht gleich. Jede Wand ist mit der benachbarten mit den gleichen Seiten verbunden, die hohe Seite der einen mit der hohen der andern, die niedrige mit der einer dritten; daraus folgt, daß, wenn man das Dach abhöbe, man wahrnehmen würde, wie der sechseckige Tubus abwechselnd Hebungen und Senkungen bildet, d. h. drei vorspringende (h, a, r) und drei einwärtsgehende Winkel. (c, i, s) Fig. 2.

Von der Spitze der drei vorspringenden Winkel laufen ebenso viel kleine Rippen aus, die im Mittel der Zelle (am, hm, rm Fig. 1) zusammenstoßen; sie theilen den Boden derselben in drei Theile, und die Räume, welche zwischen ihnen bleiben und sich bis in die Tiefe der einwärtsgehenden Winkel erstrecken, nehmen die Form von Rauten oder Rhomben an (achm, Fig. 1). Kleine Wachsblättchen von dieser Form füllen diese Räume aus; folglich besteht jede Zelle aus sechs Wänden in Form von Trapezen und aus drei Rhomben.

Die Waben der Bienen bestehen, wie bekannt, aus zwei Zellenreihen, und diese lehnen sich an einander, zwar nicht eine an die andere, sondern theilweise die einen an die andern. Eine jede Zelle korrespondirt mit dreien der entgegensetzten Seite (Fig. 3 u. 4).

Um diese Bedingungen zu erfüllen, brauchten die Bienen auf den drei Rippen, welche den Boden einer jeden Zelle theilen, nur Wände nach außen aufzuführen, welche denen der Zelle selbst ähnlich sind, und, wenn sie mit andern Blättchen derselben Form zusammengefügt werden, die sechseckigen Prismen bilden. Das kann man täglich an den Waben der Bienen wahrnehmen. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man mit einer Nadel die drei Rhomben einer Zelle durchsticht; dreht man die Wabe

um, so sieht man, daß man wirklich den Boden von drei Zellen durchstochen hat.

Außer der Ersparung an Material, welche sich aus dieser Anordnung der Zellen zu ergeben scheint, nimmt man darin noch einen entschiedenern Vortheil, die größere Festigkeit des Ganzen, wahr.

Man fragt unwillkührlich, wie kleine Insekten einen so regelmäßigen Plan inne halten können, wie ihre Masse eine solche Anordnung auszuführen vermag, durch welches Mittel die Natur sie lenkt. Wir wollen einige Bruchstücke mittheilen, aus denen man die Ansichten verschiedener Naturforscher über diesen Gegenstand kennen lernen mag.

Ein berühmter Schriftsteller, der mehr ein Naturmaler, als ein zuverlässiger Naturbeobachter ist, fühlt sich nicht in Verlegenheit, diese auffälligen Erscheinungen zu erklären.

»Man muß mir also einräumen, sagt er, daß, wenn man diese Insekten einzeln betrachtet, sie weniger Fähigkeiten, als der Hund, der Affe und die meisten Thiere besitzen. Man muß mir einräumen, daß sie weniger Gelehrigkeit, weniger Anhänglichkeit, weniger Gefühl, kurz, weniger Eigenschaften besitzen, die den unsrigen entsprechen. Weiter muß man einräumen, daß ihre anscheinende Einsicht nur aus ihrer vereinten Menge hervorgeht, ohne daß diese Vereinigung selbst jedoch irgend welche Einsicht voraussetzt; denn sie vereinigen sich nicht in Folge eines überlegten Planes, sondern ohne ihre freie Zustimmung. Ihre Genossenschaft ist folglich nur eine von der Natur gebotene und von jeder Absicht, Einsicht und Ueberlegung unabhängige Verbindung. Die Bienenköniginn erzeugt zehn tausend Individuen auf einmal und an einem und demselben Orte; wären diese zehn tausend Individuen noch tausendmal stumpfsinniger, als ich sie mir denke, so müßten sie, allein schon um fortzubestehen, sich in irgend einer Weise einrichten; und da sie alle ohne Ausnahme mit gleichen Kräften handeln, so werden sie, sollten sie anfänglich sich auch hinderlich sein, eben dadurch doch bald dahin kommen, sich möglichst wenig zu hindern, d. h. sich zu unterstützen. Dadurch werden sie den Anschein gewinnen,

sich gegenseitig zu verstehen und auf ein gemeinschaftliches Ziel hinzuarbeiten. Der Beobachter wird ihnen bald Absichten unterlegen, ihnen all den Verstand zuschreiben, der ihnen fehlt, und für jede ihrer Handlungen Beweggründe ausfindig machen. Jede Bewegung wird bald ihren besonderen Grund haben, und daraus entspringen denn diese zahllosen wunderbaren, oder besser, sinnlosen Schlußfolgerungen. Denn diese zehn tausend Individuen, die alle auf einmal erzeugt sind, zusammen gewohnt und sich ungefähr in gleicher Zeit verwandelt haben, müssen nothwendig alle dasselbe thun und, wenn sie überall Empfindung besitzen, gemeinschaftliche Gewohnheiten annehmen, sich einrichten, sich in ihrer Verbindung behaglich fühlen, sich mit ihrer Wohnung beschäftigen, dahin zurückkehren, wenn sie sich von ihr entfernt hatten u. s. w., und daher die Baukunst, Meßkunst, Ordnung, Voraussicht, Liebe zum Vaterlande, mit einem Worte die Republik, alles, wie man sieht, auf der Bewunderung des Beobachters beruhend.«

»Die Genossenschaft unter den Thieren, die sich aus freiem Antriebe und aus Uebereinstimmung zu vereinigen scheint, setzt die Erfahrung der Empfindung voraus, aber die Genossenschaft der Thiere, welche, wie die Bienen, sich zusammenfindet, ohne sich gesucht zu haben, setzt nichts voraus, und was auch die Ergebnisse derselben sein mögen, es ist soviel gewiß, daß sie von denen, welche sie ausführen, weder vorausgesehen, noch angeordnet, noch ausgedacht sind, sondern daß sie nur von dem allgemeinen Mechanismus und den vom Schöpfer gegebenen Gesetzen der Bewegung abhängig sind. Man vereinige nur zehn tausend von einer nachhaltigen Kraft in Bewegung gesetzte Automaten, die alle durch eine vollkommene Aehnlichkeit ihres Aeußeren und Innern und die Uebereinstimmung ihrer Bewegungen ein und dasselbe zu thun gezwungen sind, an einem Orte, so muß daraus nothwendigerweise ein regelmäßiges Werk hervorgehen; es werden sich darin die Beziehungen der Gleichheit, Aehnlichkeit, Lage finden, weil sie von denen der Bewegung, die wir als gleich und übereinstimmend voraussetzen, abhängen. Die Beziehungen der

Beiordnung, Ausdehnung, Gestaltung finden sich ebenfalls darin, weil wir den Raum gegeben und begrenzt voraussetzen; und geben wir diesen Automaten das geringste Maß von Empfindung, nur so viel, als nothwendig ist, um ihr Dasein zu fühlen, auf ihre eigene Erhaltung Bedacht zu nehmen, schädlichen Dingen auszuweichen, diensame zuzurichten u. s. w., so wird das Werk nicht bloß regelmäßig, gleichmäßig, gelegen, ähnlich, gleich sein, sondern auch Ebenmaß, Festigkeit, Bequemlichkeit im höchsten Grade besitzen, weil jedes dieser zehn tausend Individuen bei der Bildung desselben sich auf die für sich bequemste Weise einzurichten gesucht hat, zugleich aber auch gezwungen gewesen ist, so zu handeln und sich einzurichten, wie es für die anderen am wenigsten unbequem war.«

»Doch weiter noch; diese Bienenzellen, diese so gepriesenen, so bewunderten Sechsecke liefern mir einen Beweis mehr noch gegen den Enthusiasmus und die Bewunderung; diese Gestalt, wie geometrisch und regelmäßig sie uns auch erscheinen mag und wie sehr sie es bei einer bloßen Betrachtung auch wirklich ist, ist doch nur ein mechanisches und ziemlich unvollkommenes Ergebniß, wie man es öfters in der Natur findet und selbst in ihren rohesten Erzeugnissen antrifft; die Kristalle und mehre andere Steinarten, verschiedene Salze u. s. w. nehmen regelmäßig diese Gestalt in ihrer Bildung an. Man betrachte die kleinen Schuppen der Haut eines Hundshais, man wird finden, daß sie sechseckig sind, weil jede Schuppe, indem sie gleichzeitig wächst, ein Hinderniß aufstellt und den möglichst großen Raum in einem gegebenen Raume einzunehmen strebt. Dieselben Sechsecke sieht man im zweiten Magen der Wiederkäuer, man findet sie in den Körnern, in den Kapseln, in gewissen Blumen u. s. w. Man fülle ein Gefäß mit Erbsen oder mit irgend einer anderen zilindrischen Körnerart und verschließe es sorgfältig, nachdem man soviel Wasser hinzugethan hat, als die Zwischenräume zwischen diesen Körnern aufnehmen können; dann lasse man das Wasser kochen und all diese Zilinder werden sechsseitige Säulen werden. Man erkennt gar leicht den Grund

davon, der ein rein mechanischer ist; jedes Korn, dessen Gestalt zilindrisch ist, sucht im Aufquellen den möglichst großen Raum in einem gegebenen Raume einzunehmen, folglich werden sie alle durch den gegenseitigen Druck sechseckicht. Ebenso sucht jede Biene in einem gegebenen Raume den möglichst großen Raum zu gewinnen, es ist also auch nothwendig, daß, weil der Körper der Bienen zilindrisch ist, ihre Zellen aus eben dem Grunde des gegenseitigen Hindernisses sechseckicht sich gestalten.«

»Man pflegt den Insekten, deren Arbeiten regelmäßig sind, mehr Verstand zuzuschreiben. Die Bienen, sagt man, sind schon scharfsinniger, als die Wespen, Hornissen u. s. w., die zwar auch etwas von der Baukunst verstehn, deren Bauten aber roher und unregelmäßiger, als die der Bienen sind. Man will nicht einsehen, oder vermag es nicht, daß diese mehr oder weniger große Regelmäßigkeit lediglich von der Zahl und der Gestalt und keineswegs von der Einsicht dieser kleinen Thierchen abhängt; je zahlreicher sie sind, je mehr Kräfte es giebt, welche dasselbe wirken und sich einander entgegensetzen, desto mehr mechanischen Zwang, erzwungene Regelmäßigkeit und anscheinende Vollendung giebt es in ihren Erzeugnissen.«

An dieser Beweisführung und dem Stile, der sie verschönt, erkennt man unschwer den Verfasser dieser Rede; einer gewandteren Feder, als der unsern überlassen wir's, Herrn von Buffon zu widerlegen. Die beiden Fragmente, welche wir aus der Betrachtung der Natur (Th. XI, Anm. **9** und **11** des Kap. **27**, neuste Ausgabe) hier folgen lassen, und welche in unmittelbarer Weise auf die Hypothesen dieses Schriftstellers antworten, können eine vollkommen richtige Vorstellung von den Fortschritten der Naturgeschichte der Bienen unter den Maraldi und Reaumur hinsichtlich des Wachsbaus geben; sie können gleichzeitig ihre Ansichten über den Ursprung des Wachses kennen lehren. *)

*) Da Bonnet im Kontexte nichts über die Art gesagt hatte, wie die Bienen den Honig und das Wachs sammeln, auch von der Kunst, mit welcher sie letzteres bei der Konstrukzion ihrer schönen Arbeiten verwenden,

»Die Zähne, der Rüssel und die sechs Füße sind die Hauptwerkzeuge, welche den Arbeitsbienen zur Ausführung ihrer verschiedenen Arbeiten verliehen sind. Die Zähne sind zwei kleine scharfe Schuppen, welche sich horizontalisch und nicht von unten nach oben, wie die unsrigen, bewegen. Der Rüssel, den die Biene willkührlich ausstrecken und verlängern kann, ist nicht als Pumpe wirksam, d. h. die Biene bedient sich seiner nicht zum Saugen; er ist eine lange, behaarte Zunge, und leckend sammelt er aus den Blumen die Flüssigkeit, die er in den Mund bringt, *)

---

holte er das Versäumte in einer Anmerk. nach, die hier mitgetheilt wird. H.

*) Dieselbe Ansicht über den sogenannten Bienenrüssel theilt mit Reaumur, Kirby und Spence, auch Carl Vogt, der darüber in den »Zoologischen Briefen« B. I. S. 678 bemerkt: Die meisten Hautflügler bedienen sich dieser Zunge und der daran angelegten Kinnladen, als eines Schöpfrüssels, um süße Pflanzensäfte, namentlich Honig aus den Blumen zu saugen, und man hat deßwegen auch wohl gesagt, daß bei ihnen die Zunge zum Saugorgane umgewandelt sei. Indeß scheint ein wahrhaftes Saugen durch Herstellen eines luftleeren Raumes in der That bei den Hautflüglern nicht stattzufinden; — sie gebrauchen vielmehr ihre Zunge etwa in ähnlicher Weise zum Schlappen, wie die Hunde sich der ihrigen beim Saufen bedienen. Aehnlich spricht sich Prof. Leuckart, Bienenzeitung **1856**, Nr. **17** und Dr. Dönhoff, Bienenzeitung **1856**, S. **192** aus. Nach ihm leckt die Biene mit der Zunge den Honig auf und bringt ihn zwischen die Taster; Taster und Zunge leiten nun vermöge der Zwischenräume, die sie bilden, durch kapillare Kraft, den Honig bis in den Mund, und die Speiseröhre leitet denselben durch Schlingbewegungen in den Magen.

Entgegenstehender Ansicht ist Ratzeburg »Honigbiene **1832**.« Er versichert, die Untersuchung wieder von vorn mit Hülfe eines vortrefflichen Mikroskops angefangen zu haben und giebt als Resultat derselben Folgendes: Die Zunge erscheint als ein häutiger, langer, von unten bis über die Mitte an Breite zunehmender, dann aber bis zur Spitze wieder abnehmender Hautlappen, welcher auf der Oberseite ganz geschlossen ist, auf der Unterseite aber in der Mitte freie Ränder hat. Dieser ist mit unzähligen borstenartigen Haaren bedeckt, welche mit ihrer erweiterten Basis so nahe an einander stoßen, daß sie regelmäßige, schon mit bloßen Augen bemerkbare Queerreihen bilden. Am hintern Theile sind sie sehr kurz, werden weiter nach vorn immer länger und sind am vordersten Drittheile am längsten. Nach langer Mazerazion gelang es uns, diesen Theil leicht in viele Stücke zu zerreißen und eine dünne Röhre darzustellen, welche jenen Hautlappen, der hier also nur wie eine Hülle auftritt, der ganzen Länge nach durchläuft. Sie hat eine kurze, dicke, herzförmige Basis, eine breite, schief trichterförmige, mit kurzen Haaren besetzte Spitze, und beide sind verbunden durch die eigentliche, unten dickere, oben dünnere Röhre, in welcher wir deutlich einen mit gelber Flüssigkeit angefüllten Kanal wahrnahmen, welcher unten sehr dünn erschien, oben aber so dick wurde, daß er fast die ganze Röhre auszufüllen schien. Ueber derselben legen sich von beiden Seiten Härchen, die aber so fein sind, daß sie nur wie Abdrücke erscheinen. Die am Grunde der Lippe stehenden, am äußeren Theile

von wo sie durch die Speiseröhre in einen Vormagen geführt wird. Man überzeugt sich leicht, daß diese Flüssigkeit Honig ist. Die Bienen kennen die Nektarien, welche im Grunde der Blumenkelche liegen; sobald sie ihre Honigblase gefüllt haben, speien sie den Honig in die Zellen aus, füllen diese damit an und bewahren ihn darin auf, indem sie dieselben bedachtsam mit einem Wachsdeckel versiegeln. Es finden sich aber auch Honigzellen, die sie nicht bedeckeln, weil sie als Magazine für die täglichen Bedürfnisse der Genossenschaft dienen.

»Auf den Blumen sammeln die Arbeitsbienen auch noch den Wachsstoff oder das Rohwachs. Diesen Stoff liefert der Staub der Staubfäden. Die fleißige Biene taucht sich in das Innere solcher Blumen, welche besonders reich an Pollen sind; die kleinen ästigen Härchen, womit ihr Körper bedeckt ist, nehmen den Blumenstaub auf, von denen die Arbeiterinn ihn darauf mittelst der Bürsten an ihren Füßen sammelt und daraus zwei Bällchen bildet, die sie mit dem zweiten Fußpaare in eine körbchenförmige Vertiefung des dritten Fußpaares bringt. Mit ihren beiden Wachsstoffbällchen beladen kehrt die fleißige Biene in ihren Stock zurück und legt sie in einer dazu bestimmten Zelle ab. So wird diese Zelle ein Wachsmagazin, welches offen bleibt. Indeß beschränkt sich die Biene nicht darauf, sich so ihrer Bürde zu entledigen; sie begiebt sich mit dem Kopfe voran in die Zelle, breitet die Ballen auseinander, knetet sie fest und vermischt sie mit etwas Honig. Ist die Anstrengung der Ernte für sie aber zu ermüdend gewesen, so übernimmt es eine andere, die Bällchen auseinander-

---

der Basis angewachsenen Nebenzungen überragen nicht das erste Viertel der Lippe, sind außen gewölbt und innen ausgehöhlt, auf der oberen Seite dicker und mit einem stark vorspringenden Zahn, auf der unteren dagegen dünner.

Nach vorstehender Darstellung hat Ratzeburg im Bienenrüssel unverkennbar einen Saugapparat erblickt. Auf Ratzeburg's Seite steht Dr. Alefeld, der in seiner »Bienen-Flora, Darmstadt 1856« aufs entschiedenste erklärt, daß die Zunge allein, oder doch hauptsächlich zum Saugen bestimmt sei; so auch Swammerdam.

Sollen wir uns für eine der entgegenstehenden Ansichten entscheiden, so treten wir der ersteren bei, da wir uns durch den Augenschein davon überzeugt haben, daß der Honig zwischen Zunge und Tastern aufsteigt und so in den Mund gelangt. K.

zubreiten und zu kneten; denn sämmtliche Heloten des kleinen Sparta sind in gleicher Weise geschickt, jede vorkommende Arbeit zu verrichten und verrichten sie alle gleich gut. Aber nicht immer kann die Biene durch bloßes Hineinkriechen in die Blumen mittelst ihres Vließes den Blumenstaub sammeln; es giebt Umstände, unter denen diese Ernte nicht so leicht wird, und wo sie von Seiten der Arbeitsbienen ein anderes Verfahren in Anspruch nimmt. Vor seiner völligen Reife ist nämlich der Pollen in Kapseln verschlossen, welche von den Botanikern Staubbeutel genannt werden. Die Arbeitsbiene nun, welche sich desselben bemächtigen will, ehe die Staubbeutel ihn frei gegeben haben, muß die Kapseln zuvor öffnen. Sie thut das mit ihren Zähnen, faßt dann mit ihren Vorderfüßen die an der Oeffnung sich zeigenden Körnchen, wobei die äußersten Fußglieder die Stelle der Hand versehen; die Körnchen werden dem zweiten Fußpaare übergeben, welches sie in die Körbchen des zweiten Fußpaares bringt und sie daselbst befestigt, indem sie wiederholt darauf schlagen. Die leichte Feuchtigkeit der Körnchen trägt dazu bei, sie daselbst festzuhalten und miteinander zu verbinden. Dieses Verfahren wiederholt die Biene so oft, bis sie ihre beiden Körbchen gefüllt hat und eilt dann mit ihrer Beute in ihren Stock zurück.

»Dieser Blumenstaub, den die Bienen auf den Blumen sammeln, ist indeß noch nicht das Wachs selbst, was sie mit so großer Kunstfertigkeit verarbeiten, er ist nur erst der Urstoff, der erst in einem besonderen, dem zweiten Magen bereitet und verdaut werden muß. Hier wird er zu wahrem Wachse, worauf die Bienen es durch den Mund als einen Brei oder weißen Schaum, der an der Luft rasch gerinnt, wieder ausstoßen. Solange diese Art Kuchen noch geschmeidig ist, fügt er sich bequem in alle Formen, welche die Biene ihm geben will; er ist für sie, was der Thon für den Töpfer.

»Ein großer Naturforscher, der über die geometrische Arbeit der Bienen viel vernünftelt hat, hat dieselbe dadurch auf ihren wahren Werth zurückzuführen gemeint,

indem er sie als das Resultat einer ziemlich rohen Mechanik darstellte; er hat geglaubt, daß die zusammengedrängten Bienen dem Wachse naturgemäß eine sechseckige Form geben, und daß es sich in dieser Beziehung mit den Zellen ebenso verhalte, wie mit Kügelchen einer weichen Masse, welche fest an einander gedrückt die Gestalt eines Spielwürfels annehmen. Ich weiß es diesem Naturforscher Dank, daß er gegen die Verlockungen des Wunderbaren auf seiner Hut gewesen ist; ich wollte, daß ich ihm auch wegen der Richtigkeit seines Vergleichs Gerechtigkeit widerfahren lassen könnte, man wird aber leicht einsehen, daß die Arbeit der Bienen auch entfernt nicht aus einer so einfachen mechanischen Ursache hervorgehen kann, wie er sich eingebildet hat.

»Man hat nicht vergessen, daß die Bienenzellen nicht bloß sechseckige Röhrchen sind; diese Röhrchen haben auch einen pyramidalen Boden, der aus drei Rauten oder Rhomben gebildet ist, und damit entwerfen sie die erste Anlage der Zelle. Auf den beiden äußeren Seiten eines Rhombus erheben sie zwei Zellenwände; dann bilden sie einen zweiten Rhombus, den sie mit dem ersten verbinden, indem sie ihm die erforderliche Neigung geben, und auf den beiden äußeren Seiten desselben erheben sie zwei neue Wände des Sechsecks; endlich fügen sie auch den dritten Rhombus mit den letzten beiden Wänden auf. Anfänglich ist die ganze Arbeit ziemlich plump und kann nicht so bleiben. Die geschickten Arbeiter machen sich alsbald daran, sie zu vervollkommnen, zu verdünnen, zu glätten und zuzurichten, wobei ihre Zähne Hobel und Feile vertreten. Eine lange fleischige Zunge, an der Basis des Rüssels befestigt, fördert die Arbeit ebenfalls. Die Arbeiter lösen einander ab; was die eine erst angefangen hat, führt eine andere weiter, eine dritte vollendet es; und obgleich es durch so viele Hände gegangen ist, sollte man glauben, daß es aus einer Form gegossen sei.

»Man hat gesehen (in der 9. Anm.), daß der Boden jeder Zelle pyramidalisch, und jede Pyramide aus drei gleichen und ähnlichen Rhomben gebildet ist. Die Winkel

dieser Rhomben konnten bis ins unendliche verändert werden; d. h. die Pyramide konnte mehr oder weniger erhaben, mehr oder weniger abgeflacht sein. Der gelehrte Maraldi, der die Winkel der Rhomben mit größter Genauigkeit gemessen hat, fand die großen Winkel im allgemeinen von **109** Grad, **28** Minuten, die kleinen von **70** Grad, **32** Minuten. Reaumur, der es verstand, für die Verfahrungsart der Insekten immer auch die Triebfeder ausfindig zu machen, stellte die scharfsinnige Vermuthung auf, daß die Wahl dieser Winkel unter so vielen andern, die ebenfalls gewählt werden konnten, auf dem verborgenen Grunde der Wachsersparung beruhe, und daß unter den Zellen von gleichem Inhalte und mit pyramidalem Boden diejenigen, welche mit dem wenigsten Materiale ausgeführt werden konnten, eben die seien, deren Winkel die Dimensionen des wirklichen Maßes enthielten. Er forderte deshalb einen tüchtigen Mathematiker, Herrn König, der von diesen Dimensionen nichts wußte, auf, durch Berechnung festzustellen, welches die Winkel einer sechseckigen Zelle mit pyramidalem Boden sein müßten, wenn zu ihrer Aufführung das wenigste Material verbraucht werden sollte. Der Mathematiker nahm zur Lösung dieses schönen Problems seine Zuflucht zur Infinitesimalrechnung und fand, daß die großen Winkel **109** Grad, **26** Minuten, die kleinen **70** Grad, **34** Minuten haben müßten; eine überraschende Uebereinstimmung zwischen der Lösung und dem wirklichen Maße. Herr König wies noch nach, daß die Bienen, indem sie den Pyramidenboden einem flachen vorzogen, im ganzen soviel Wachs ersparten, als zur Aufführung eines flachen Bodens erforderlich sei.

»Als der berühmte Mairan sich nach dem Vorgange des Geschichtschreibers der Insekten über die geometrische Form der Zellen der Wespen und Bienen aussprach, äußerte er: »»Mögen die Thierchen denken, oder nicht denken, soviel steht fest, daß sie in tausend Fällen sich verhalten, als wenn sie dächten; täuschte man sich darin, so verdient es volle Entschuldigung. Doch ohne auf diese große Frage und ihren Grund weiter einzugehen, wollen

wir uns einen Augenblick an den Anschein halten und die gewöhnliche Sprache reden.««

»»Mathematiker, und unter ihnen muß man Reaumur nennen, haben es sich angelegen sein lassen, all die Kunst nachzuweisen, die sich in den Wachswaben und den papiernen Wespennestern, die so sinnreich in von Säulen getragene Stockwerke und diese wieder in zahllose sechseckige Zellen abgetheilt sind, kundgiebt. Nicht ohne Grund hat man die Bemerkung gemacht, daß diese Form unter all den möglichen Vielecken für die Absichten, die man den Bienen und Wespen, welche sie auszuführen verstehen, zuzuschreiben berechtigt ist, die geeignetste, ja selbst die allein geeignete ist. Es ist freilich gegründet, daß das regelmäßige Sechseck nothwendig aus der Aneinanderreihung runder, weicher und biegsamer Körper hervorgeht, wenn sie an einander gepreßt werden, und daß darin unverkennbar der Grund liegt, weßhalb man es so häufig in der Natur antrifft, z. B. in den Samenkapseln gewisser Pflanzen, den Schuppen verschiedener Thiere, mitunter auch in den Schneeflocken in Folge der kleinen Tropfen oder sphärischen oder runden Wasserbläschen, die im Gefrieren sich an einander abgeplattet haben; indeß bei der Konstrukzion der sechseckigen Bienen- oder Wespenzellen giebt es noch so viel andere Bedingungen zu erfüllen, und diese sind so bewunderungswürdig erfüllt, daß, wenn man ihnen einen Theil der ihnen aus dieser zufließenden Ehre streitig machen wollte, es fast nicht mehr möglich ist, in Abrede zu stellen, daß sie vieles willkührlich hinzugethan und die von der Natur ihnen auferlegte Nöthigung geschickt zu ihrem Vortheile zu benutzen verstanden haben.««

Die Schriften der Naturforscher, denen ich besonderes Vertrauen schenkte, waren also der Hypothese Buffon's, der eins der Wunder der Natur einer rein mechanischen Einwirkung zuschreibt, keineswegs günstig. Schon die Erfahrung hatte gelehrt, daß man die Arbeit der Bienen durch so plumpe Mittel nicht erklären konnte, und ich überzeugte mich leicht durch meine eigenen Beobachtungen

von der Richtigkeit der Ansicht Bonnet's über diesen Gegenstand. *)

Meine Untersuchungen werden zweifelsohne in die Vorstellungen, die man sich seiner Zeit von der Kunst machte, womit die Bienen ihre Waben bauen, manche Beschränkung bringen, doch werden sie, wie ich hoffe, dazu beitragen, eine Theorie zu stützen, die von der des beredten Geschichtsschreibers der Thiere sehr verschieden ist.

---

*) Die geistigen Fähigkeiten, die wir an den Insekten wahrnehmen, sind von jeher höchst verschieden gedeutet worden. »Während die Einen, sagt darüber K. Vogt, alle Handlungen nur als nothwendige Ausflüsse des Instinktes, d. h. eines durch die Struktur des Körpers bedingten Naturgesetzes betrachten und darin einen Unterschied vom Menschen finden wollten, dem sie freie Ueberlegung zuschreiben, so behaupteten die Andern, daß man hier Eigenschaften und Handlungen finde, welche die Insekten wenigstens dem Menschen gleichstellten, wenn nicht gar sie über ihn erhöben. Letztere Behauptung ist entschieden unrichtig, die erstere aber nicht minder falsch, wenn man von der Ansicht ausgeht, daß dem Menschen noch andere geistige Eigenschaften zukämen, als diejenigen, welche ein Ausfluß der Struktur seines Körpers und namentlich seines Nervensystems sind. Wer eine Grenzlinie ziehen will zwischen Instinkt und Verstand, oder Verstand und Vernunft, giebt dadurch allein schon das beste Zeugniß ab, daß er niemals mit prüfendem Blicke das Leben und Treiben der Thiere und namentlich der Insekten beobachtet habe. Von der geringsten geistigen Aeußerung in dem niedrigsten Thiere an, bis zu der hohen Ausbildung des Menschen findet man die verschiedensten gradweisen Abstufungen; und zwar zeigt jeder größere Kreis des Thierreichs eine eben solche stufenweise Fortbildung in seinen Geistesfähigkeiten, wie wir dies auch in dem Körperbau beobachten. So stehen die ausgebildetsten Weichthiere oder Ringelwürmer in geistiger Hinsicht weit über den niedrigeren Insekten, während die höheren Typen dieser Klasse den bedeutendsten Vorsprung vor jenen Weichthieren und Würmern erreichen, und ebenso die niedrigen Anfänge der höher ausgebildeten Wirbelthiere überragen, wie diese wieder in ihrer Endkrone, dem Menschen, ihnen vorangehen. Wenn auch deßhalb die niederen Fische z. B. einem entwickelungsfähigeren Typus angehören, dem der Wirbelthiere, der als letztes Glied den Menschen erzeugt, so kann doch kein Zweifel darüber sein, daß die Endspitzen eines weniger entwicklungsfähigen Typus der Gliederthiere, die Insekten, weit alle niederen Wirbelthiere überragen und geistige Fähigkeiten und daraus entfließende Handlungen zeigen, die sie in geistiger Beziehung dem Menschen in bedeutende Nähe bringen.« Zu einer solchen Schlußfolgerung muß allerdings der Materialismus wohl kommen, der eben im Menschen nichts Weiteres, als den Ausgangspunkt, die Endkrone der thierischen Schöpfung erblickt und nicht zugeben will, daß der Mensch nicht zum Thierreiche gehört, mit dem er zwar das thierische, wie mit dem Pflanzenreiche das vegetative Lebensprinzip theilt, vor diesem wie vor jenem aber den Geist, ein unmittelbares Geschenk Gottes, voraus hat, wodurch der Mensch eben zum Menschen wird. Halten wir daran fest, dann wird es uns nicht schwer werden, eine Grenzlinie zwischen Instinkt und Verstand, oder Verstand und Vernunft zu ziehen.

K.

Auch sehr tüchtige neuere Mathematiker haben sich mit der Aufgabe über das Minimum an Wachs zu den Bienenzellen beschäftigt. Ihre Folgerungen unterscheiden sich aber von denen ihrer Vorgänger wesentlich.

Die nachstehende, aus den nachgelassenen Schriften des Herrn G. L. Le Sage aus Genf entnommene Notiz deutet die in dieser Beziehung gemachten Fortschritte an.

»Herr König glaubte, daß die Bienen den Rhomben ihrer Zellen **109° 26′** und **70° 34′** geben müßten, um möglichst wenig Wachs zu verbrauchen (Reaumur, Th. V. Abhandl. VIII.).

Herr Kramer, weil. Professor in Genf, dem König dieselbe Aufgabe gestellt hatte, hat berechnet, daß diese Winkel von **109° 28½′** und **70° 31½′** sein müßten. Dies Ergebniß stimmt mit dem Boskowisch's überein, welcher erwähnt, daß Maraldi die Winkel im allgemeinen zu **110°** und **70°** angegeben habe, und daß die von ihm auf **109° 28′** und **70° 32′** festgestellten diejenigen seien, die man annehmen müsse, wenn die Winkel der Trapeze an der Basis gleich sein sollten (Abhandl. der Königl. Akad. **1712**). Boskowisch bemerkt noch, daß die von den Zellenseiten gebildeten Winkel gleich sind, nämlich **120°**, und er nimmt an, daß die Gleichheit der Neigung die Konstrukzion der Zelle sehr erleichtere, was ihr ebensowohl, als die Ersparung den Vorzug gegeben haben könne. Er weis't nach, daß die Bienen bei Erbauung jeder Zelle bei weitem das Wachs nicht ersparen, was zu einem flachen Boden nothwendig ist, wie König und Reaumur angenommen hatten.

Maclaurin behauptet, daß die Differenz zwischen einer Zelle mit Pyramidalboden und einer mit flachem Boden gleich sei dem Viertel der sechs Winkel, die man den Trapezen, den Zellenseiten, hinzufügen müßte, um sie rechtwinklig zu machen.

Professor Lhuilier in Genf schätzt die Ersparniß der Bienen auf $\frac{1}{51}$ der Gesammtaufwendung und weis't nach, daß sie $\frac{1}{5}$ austragen könnte, wenn die Bienen keine

andere Bedingung zu erfüllen gehabt hätten; er schloß aber, daß, wenn dieselbe für eine einzelne Zelle nicht eben bemerklich sei, sie es für eine ganze Wabe wohl sein könne wegen der gegenseitigen Einfügung der beiden gegenüberstehenden Wabenseiten (Abhandlung der Königl. Akad. der Wissensch. Berlin **1781**).

Schließlich weis't Le Sage nach, daß, welches auch die Neigung der Rhomben sei, der Rauminhalt der Zelle gleich bleibe. Die Waben haben, sagt er, zwei Zellentiefe, in einer Anordnung, daß, was man den vorderen geben oder nehmen möchte, den hinteren genommen oder hinzugefügt werden müßte, so daß **1**) die ganze Wabe dabei nichts gewinnen, nichts verlieren, daß sogar **2**) die vorderen den hintern, zufolge der Symmetrie, womit sie in einander gefügt sind, immer gleich bleiben würden.«

I. Kapitel.

Neue Ansichten über das Wachs.

Seit Reaumur und de Geer *), deren Werke den Geschmack an der Insektologie ziemlich allgemein geweckt haben, haben ausgezeichnete Forscher die Wissenschaft außerordentlich gefördert; sämmtliche Fächer derselben sind erweitert und die Naturgeschichte der Biene ist in diesem Zeitraume mehr, als irgend eine andere, bereichert worden.

Die Schirach und Riem haben ihr eine neue Bahn eröffnet, vielleicht habe ich selbst dazu beigetragen, sie von den Vorurtheilen zu befreien, welche ihre Fortschritte hinderten, indem ich die Thatsachen, die jene angedeutet hatten, genauer feststellte.

Seitdem sind in einigen Ländern einige Beobachtungen veröffentlicht worden, aber so wenig entwickelt und so ungenau, daß sie gänzlich ins Vergessen kommen würden, wenn man sie nicht durch alle Thatsachen, die ihnen Bestand verleihen können, zu stützen suchte.

Die Aufmerksamkeit der Naturforscher hat sich vorzugsweise dem Wachse zugewendet; einige Chemiker haben auch eine Analyse dieses Stoffes zu geben versucht; die

*) Karl Baron de Geer, schwedischer Hofmarschall, hinterließ: Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. 7 Th. mit Kupf. Stockholm 1752 bis 1778, deutsch von J. A. E. Götze, Leipzig 1776. K.

geringe Uebereinstimmung in den Resultaten dieser verschiedenen Arbeiten giebt jedoch den Beweis, daß der Gegenstand noch nicht ausreichend erörtert ist und eine weitere Prüfung in Anspruch nimmt.

Unter den Ansichten, welche in den Fragmenten, die ich in den »Betrachtungen der Natur« finde, ausgesprochen sind, ist eine, die zur Zeit, in welcher Bonnet schrieb, wohl begründet zu sein schien, und die er selbst nach den besten Schriftstellern seiner Zeit angenommen hatte. Nach dieser allgemein angenommenen Ansicht *) verwandelt sich der Blumenstaub in Wachs. Anziehend sind die Einzelheiten, die er über das Einsammeln dieses Stoffes, über die Weise, wie sich die Bienen damit beladen, ihn einscheuern und bewahren; sämmtliche Thatsachen waren von Reaumur, Maraldi und verschiedenen anderen Gelehrten aufs ängstlichste beobachtet; darüber kann kein Zweifel sich erheben; eben so gewiß ist es auch, daß der von den Bienen gesammelte Blumenstaub für dieselben von wesentlichem Nutzen sein muß, weil sie ihn in so großer Menge eintragen. Aber ist es auch ausgemacht, daß er der Grundstoff des Wachses ist?

Der Schein war für diese Vermuthung; indem die Bienen dem Züchter zwei kostbare Stoffe, Honig und Wachs, darboten und unter seinen Augen täglich den Blumennektar und den Pollen sammelten, konnte man leicht zu dem Glauben hingeführt werden, daß letzterer das Rohwachs sei.

Reaumur hegte einige Zweifel, zwar nicht über die Wirklichkeit dieser Umwandlung, wohl aber über die Art und Weise, wie sie vor sich gehe. War das Wachs durch die Natur im Blumenstaube vorgebildet, oder lieferte er nur eins der wesentlichsten Bestandtheile desselben? Nachdem er verschiedene einfache Versuche angestellt hatte, die freilich nicht eben bündig waren, neigte er sich zu seiner letzteren

*) Diese Ansicht theilten Swammerdam, Maraldi, Palteau, Buffon, Morwo, Bratley, Schirach, Bonnet, Reaumur, Christ, Riem u. A., wenn sie auch über die Art und Weise der Verwandlung verschiedener Meinung waren. Siehe Busch's »Honigbiene,« S. 203 f. K.

Ansicht, sprach sie indeß immer nur mit dem den Freunden der Wahrheit eigenen Rückhalt aus; er finde sich überzeugt, daß die Bienen den Pollen einer besonderen Verarbeitung unterwürfen, daß er in ihrem Magen in wirkliches Wachs verwandelt werde, und dieses unter der Form einer Art Schaums aus ihrem Munde hervorgehe. Indeß hatte er den wesentlichen Unterschied zwischen Pollen und Wachs wahrgenommen, und er hatte verschiedene Wahrnehmungen gemacht, die ihn von dieser Meinung hätten zurückbringen müssen, wenn er richtige Folgerungen aus ihnen gezogen hätte.

Dabei war die Wissenschaft stehen geblieben, als ein Lausitzer Bienenzüchter, dessen Namen nicht auf uns gekommen ist, eine höchst wichtige Entdeckung machte. Wilhelmi, Schirach's Schwager, schrieb unterm **22.** August **1768** an Bonnet: »Erlauben Sie mir, eine kurze Mittheilung der neuen Entdeckungen anzuschließen, welche die Lausitzer Gesellschaft gemacht hat. Bisher hat man geglaubt, daß die Bienen das Wachs durch den Mund von sich gäben; jetzt hat man aber beobachtet, daß sie es durch die Ringe des Hinterleibes ausschwitzen. Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur mit der Spitze einer Nadel eine Biene aus der Zelle zu ziehen, an der sie baut, und wenn man ihren Körper ein wenig auszieht, wird man bemerken, daß sich das Wachs in Form von Schüppchen unter ihren Ringen befindet.«

Der Verfasser dieses Briefes nennt den Naturforscher nicht, der diese wichtige Beobachtung gemacht hat; wer er aber auch sein mag, er hätte es verdient, bekannter zu sein. Bonnet schien dieselbe indeß nicht auf hinreichend festen Beweisen zu beruhen, um auf seine einmal gefaßte Vorstellung Verzicht zu leisten, und durch sein Ansehen bestochen, untersuchten wir nicht, ob seine Ansicht gegründet sei.

Mehre Jahre später jedoch, im Jahre **1793**, waren wir höchlich überrascht, unter den Bauchschienen der Bienen Blättchen zu finden, welche mit dem Wachse gleichen Stoffs zu sein schienen.

Diese Entdeckung war in jeder Beziehung vom größten

Interresse. Wir legten diese Blättchen einigen unserer Freunde vor, und als wir sie in ihrer Gegenwart der Flamme einer Kerze aussetzten, zeigten sie die Eigenthümlichkeit wirklichen Wachses.

Ein berühmter Engländer, John Hunter, welcher gleichzeitig mit mir Beobachtungen an den Bienen anstellte, wurde durch seine Zweifel zu denselben Resultaten geführt. Er entdeckte die wirklichen Wachsbehälter unter den Bauchringeln der Bienen und gab die Einzelheiten seiner Beobachtungen in einem Artikel der philosophischen Abhandlungen der Londoner Gesellschaft im Jahre **1792** *).

Indem er die Unterleibssegmente der Arbeitsbienen aufhob, fand er daselbst Blättchen eines schmelzbaren Stoffes, in welchem er das Wachs erkannte. Er überzeugte sich von der Verschiedenheit des Blumenstaubes und des Stoffes, woraus die Waben gebildet werden und wies den Ballen, welche die Bienen an ihren Beinen eintragen, eine andere Bestimmung an. Das war allerdings ein wesentlicher Fortschritt; indeß wußte sich Hunter nicht zum Augenzeugen der Verwendung der Wachsblättchen, von denen er voraussetzte, daß sie aus dem Körper der Bienen ausschwitzten, zu machen und konnte nur Vermuthungen über den Verbrauch des Pollen aufstellen. Wir haben unsere Beobachtungen weiter geführt und konnten nicht nur seine Resultate bestätigen, sondern dieselben noch weiter entwickeln; so mußten diese wichtigen Wahrheiten, die in Deutschland, England und Frankreich angedeutet waren, endlich das Vertrauen sämmtlicher Naturforscher gewinnen.

Wir fanden die Wachsblättchen unter den Bauchringen der Arbeitsbienen; sie waren paarweise unter jedem Segmente, in kleinen besonders geformten Taschen rechts und links der scharfen Bauchkante geordnet, fanden sich aber

*) Die erste Entdeckung der freilich auf der Hand liegenden Thatsache der Wachsbildung gebührt wohl dem Pastor Herm. Chr. Hornbostel zu Döverden im Hoyaschen, der schon etwa um **1720** beobachtet hatte, daß das Wachs aus den Unterleibssegmenten der Arbeitsbienen ausgeschieden werde, und diese seine Wahrnehmung unter dem pseudonymen Namen Melittophilos Theosebastos in der hamburgischen vermischten Bibliothek vom Jahre **1744** bekannt gab. K.

nicht unter den Ringen der Drohnen und der Königinn, bei denen die Bildung dieser Theile ganz verschieden ist. Es besitzen also die Arbeitsbienen allein das Vermögen, Wachs auszuscheiden, um uns eines Ausdrucks Hunter's zu bedienen. (Siehe Nachtrag.)

Die Gestalt dieser Taschen oder Behälter, die von diesem Schriftsteller nicht beachtet und Swammerdam und so vielen andern Naturforschern, deren Aufmerksamkeit von den Bienen in Anspruch genommen wurde, entgangen war, verdient die größte Berücksichtigung, weil sie einem neuen Organe angehört.

Die Bauchseite der Biene (Taf. II. Fig. 2) bietet in der äußeren Bildung nichts dar, was sie nicht mit den Wespen und andern Hymenopteren gemein hätte; es sind Halbringe, die sich theilweise einander decken. Sie sind aber nicht flach, wie die der meisten Insekten dieser Ordnung, sondern gewölbt; denn der Bauch der Biene zeichnet sich durch einen eckigen Vorsprung aus, der sich von seiner Ursprungsstelle bis zum entgegengesetzten Ende (Fig 2, a b) erstreckt. Der Saum dieser Segmente ist schuppicht; hebt man sie aber in die Höhe, oder zieht man den Leib der Biene leicht in die Länge, so nimmt man denjenigen Theil wahr, welcher im natürlichen Zustande durch den oberen Rand der anderen Segmente überdeckt war (Fig 1 u. 4).

Derjenige Theil (Fig. 5, c d e g), den man als die Basis jedes Ringes ansehen muß, weil er mit dem Körper des Insekts verwachsen ist, besteht aus einer häutigen, weichen, durchscheinenden, gelblich weißen Substanz, nimmt mindestens zwei Drittel jedes Segments ein und wird durch eine kleine Horngräte, welche genau dem winkelbildenden Vorsprunge des Bauchs entspricht, in zwei Hälften getheilt (a b). Diese Gräte entspringt aus der Mitte des schuppichten Randes (d g r s) und richtet sich nach der Kopfseite; sie durchläuft den häutigen Theil, theilt sich an ihrem Ende gabelförmig, wendet sich bogenförmig nach rechts und links und bildet für beide Abtheilungen des Häutchens eine feste Umsäumung (n c b e m g). Auf den beiden kleinen Grundflächen, welche aus dieser Theilung hervorgehen,

finden sich die Wachsblättchen in ihrer Bildung (Fig. 7). Ihre aus in einander verlaufenden krummen und geraden Linien gebildeten Umrisse gewähren bei oberflächlicher Betrachtung den Anblick zweier Ovale; bei genauerer Prüfung erkennt man sie aber als unregelmäßige Fünfecke. Die häutigen Flächen haben dieselbe Neigung, wie die Seiten des Körpers, sind von dem Rande des oberen Segments völlig überdeckt und bilden mit ihm kleine Taschen, die nur nach unten geöffnet sind. Die Segmente oder die beiden Flächen, welche die vollständigen Wachstaschen bilden, sind durch eine Art Häutchen eben so verbunden, wie die beiden Theile einer Brieftasche.

Die Wachsblättchen haben ganz die Gestalt der Grundflächen, auf denen sie abgelagert sind. Bei jeder Biene können sich gleichzeitig nur acht bilden, weil der erste und letzte Ring, die in ihrer Bildung von den andern abweichen, keine liefern. Die Größe der Blättchen richtet sich nach dem Durchmesser der Ringe, die ihnen als Modell dienten; die größten finden sich unter dem dritten Ringe, die kleinsten unter dem fünften.

Wir nahmen wahr, daß die Blättchen oder Plättchen nicht bei allen Bienen in gleichem Zustande sich fanden; sie boten einige Verschiedenheit in Form, Dicke und Dichtigkeit dar.

Bei einigen Bienen waren sie so dünn und von so vollkommener Durchsichtigkeit, daß sie nur mit Hülfe der Lupe wahrgenommen werden konnten; bei anderen entdeckte man nur Nadeln, wie man sie wohl im Wasser sieht, wenn es zu gefrieren beginnt.

Diese Nadeln ebensowohl, wie jene Blättchen lagerten nicht unmittelbar auf dem Häutchen, sie waren davon durch die dünne Schicht einer flüssigen Substanz getrennt, die vielleicht dazu diente, die Verbindungen der Ringe geschmeidig zu erhalten, oder die Ablösung der Blättchen zu erleichtern, die ohne das vielleicht sich den Wänden der Wachstaschen zu fest anschließen könnten.

Dann gab es noch andere Bienen, bei denen sie so groß waren, daß sie über den Rand der Ringe hinaus-

ragten; ihre Form war regelmäßiger, als die der früheren, ihre Dicke, wodurch die Durchsichtigkeit des Wachses gemindert wurde, ließ sie gelblich weiß erscheinen, und man konnte sie sehen, ohne die Schuppen, die sie gewöhnlich gänzlich bedecken, aufheben zu müssen.

Diese Abweichungen unter den Blättchen verschiedener Bienen, das Fortschreiten in Form und Dicke, die Flüssigkeit, welche zwischen ihnen und den Wänden ihrer Tasche sich findet, die Uebereinstimmung jedes Blättchens in Größe und Form mit der Grundfläche, das alles ließ auf ein Durchschwitzen dieses Stoffs durch das Häutchen, welches ihm als Modell diente, schließen.

In dieser Ansicht wurden wir noch durch eine ziemlich auffällige Thatsache bestärkt. Als wir dies Häutchen, dessen innere Seite mit den Weichtheilen des Bauches verwachsen zu sein schien, durchstachen, drang eine helle Flüssigkeit hervor, welche im Erkalten erstarrte und in diesem Zustande dem Wachse glich; wurde dieser Stoff der Einwirkung der Wärme ausgesetzt, so wurde er von neuem flüssig.

Derselbe Versuch, auf die Blättchen angewendet, gab ein ähnliches Resultat; ja nach der Temperatur wurden sie flüssig und gerannen, wie das Wachs selbst.

Wir gingen mit unsern Untersuchungen über die Uebereinstimmung dieses Stoffes mit dem verarbeiteten Wachse noch weiter vor; wir verschafften uns zu dem Ende die weißesten Wachsstöckchen, die wir finden konnten, und die wir neuen Waben entnahmen, von denen wir einige Zellen lostrennten, um sie denselben Versuchen zu unterwerfen, denn Wachs von alten Waben ist immer mehr oder weniger gefärbt.

Erster Versuch. Wir warfen einige unter den Ringen der Arbeitsbienen entnommene Blättchen in Terpentinöl; sie verschwanden und wurden aufgelös't, ehe sie den Boden des Gefäßes erreichten, und trübten das Oel nicht. Eine gleiche Menge desselben Oels konnte aber die Stückchen weißen verarbeiteten Wachses weder eben so schnell, noch so voll-

ständig auflösen; es blieben viele Theilchen in der Flüssigkeit suspendirt.

Zweiter Versuch. Wir füllten zwei gleiche Gläschen mit Schwefeläther, von denen das erstere für die Blättchen aus den Ringen, das zweite für die Wachsstückchen bestimmt war, die im Gewichte den Wachsblättchen gleich waren. Die Wachsstückchen waren kaum vom Aether benetzt, als sie sich theilten und in Staubform auf den Boden des Gefäßes sich senkten; die von Bienen entnommenen Blättchen hingegen theilten sich nicht, sondern behielten ihre Form, verloren nur ihre Durchsichtigkeit und wurden matt weiß. Innerhalb mehrer Tage zeigte sich in beiden Gläscheu keine Veränderung. Wir ließen den Aether, den sie enthielten, verflüchtigen und fanden am Glase einen dünnen Ueberzug von Wachs. Wir wiederholten diesen Versuch öfters; die Wabenstückchen zerfielen immer in Staub, die Blättchen hingegen wurden durch diese Flüssigkeit niemals zertheilt. Nach Verlauf mehrer Monate hatte der Aether nur einen unbedeutenden Theil davon aufgelös't.

Nach diesem Versuche schien es uns gewiß, daß das Wachs der Ringe weniger zusammengesetzt war, als das bereits zu Zellen verarbeitete, weil dieses im Aether zerfiel, während jenes ungetheilt blieb, und weil das eine im Terpentinöl nur theilweise aufgelös't wurde, worin das andere sich vollständig auflös'te.

Wäre es nun gegründet, daß die unter den Unterleibsringen sich bildende Substanz der ursprüngliche Wachsstoff ist, so müßte er nach seiner Ausscheidung aus den Taschen eine gewisse Zubereitung erhalten haben, und die Bienen müßten befähigt sein, ihn mit einer Substanz zu vermischen, die im Stande ist, ihm die Biegsamkeit und Weiße des wahren Wachses zu geben. Bisher kannten wir an ihm nur erst die Schmelzbarkeit; aber auch dies war die Haupteigenschaft des Stoffes, woraus die Waben gebildet sind, und man konnte wenigstens nicht zweifeln, daß die Blättchen zu ihrer Bildung mit verwendet werden.

Die Hoffnung, bis zur Ursprungsquelle des Wachsstoffes gelangen zu können, veranlaßte uns, eine Sekzion der Wachstaschen vornehmen zu lassen; obgleich dieselbe aber von einer gewandten Hand ausgeführt wurde, befriedigte sie doch unsere Erwartung nicht vollständig. *)

Wir entdeckten keine direkte Verbindung zwischen den Taschen und dem Innern des Unterleibes, kein Gefäß irgend welcher Art schien dahin zu führen, wenn nicht etwa einige Tracheenäste, welche ohne Zweifel die Bestimmung haben, auch diesen Theilen Luft zuzuführen. Aber die Membran der Wachstaschen ist mit einem Netz von sechseckigen Maschen (Taf. II, Fig. 8 und 9) überkleidet, dem man vielleicht irgend eine Thätigkeit bezüglich der Ausscheidung dieses Stoffes zuschreiben muß. Dies Netz findet sich nicht bei den Drohnen, wohl aber bei der Königinn, wenn auch

---

*) Die Einzelheiten weis't der Brief von Fräulein Jurine im Nachtrage nach.

Wenn Huber in Vorstehendem bemerkt, daß der erste und letzte Bauchring der Arbeitsbiene keine Wachsblättchen produzire, und dieselben in ihrer Bildung von den anderen abweichen, so müssen wir zur Berichtigung auf eine Angabe des Dr. Dönhoff, Bienenzeitung **1855**, Nr. 8, verweisen, worin er nachweis't, daß gerade die vier letzten Bauchringe die Wachstaschen tragen und die Wachsblättchen produziren, wie das auch durch die tägliche Erfahrung bewahrheitet wird. Die Wachsorgane oder Wachsschuppen bestehen nach eben demselben aus zwei Häuten, 1) aus einem dünnen Häutchen, auf welchem das aus vielen Sechsecken gebildete Netz sich hervorhebt. Dieses Häutchen löst sich in kaustischer Kalilauge, gehört also nicht zum Skelett. 2) aus einer gelben Membran, welche zäh und glatt ist. Sie verwandelt sich beim Kochen nicht in Leim, löst sich nicht in Alkohol, Aether, Essigsäure, mineralischen Säuren, kaustischem Kali, gehört also zum Skelett, besteht aus Chitin (l. l.).

Dr. Dönhoff knüpft daran die interessante Frage, ob das Skelett der Bienen ein belebtes Gewebe, oder eine todte Substanz, wie die Hornsubstanz, sei. Er entscheidet sich für Ersteres: Das Bienenskelett ist ebenso belebt, wie das Skelett der Wirbelthiere, d. h. von Blut getränkt, von Nerven und Tracheen durchzogen. Nur aus diesem Gesichtspunkte lasse sich einsehen, daß die Wachsorgane im Stande seien, Wachs abzusondern. Zur Begründung seiner Ansicht führt er an: So lange die Biene lebe, habe es ganz andere Eigenschaften, als nach ihrem Tode. Im ersten Falle sei es geschmeidig, biegsam und feucht, im zweiten trocken und brüchig. Die Entwicklung spreche dafür, denn die Skelettsubstanz der Nymphen sei offenbar mit Blut getränkt, und die Umänderung, welche die weiße Skelettsubstanz der Bienennymphe in der Farbe und Festigkeit erleide, sei offenbar ein Zeichen des Lebens. Auch will er es wahrscheinlich finden, daß die Chitinsubstanz der Vegetazion fähig sei, in welchem letzteren Punkte Referent demselben indeß nicht beistimmen kann (Bienenzeitung **1856**, Nr. 5). K.

mit solchen Modifikazionen, wodurch sein Gewebe sich anders gestaltet; es nimmt bei ihr zwei Drittel jedes Segments ein.

Bei den behaarten Hummeln (apis bombilius), welche Wachs absondern, stößt man ebenfalls auf dies Netz, und ist sein Bau durchaus derselbe, wie bei der Arbeitsbiene. Der einzige Unterschied besteht nur darin, daß es den ganzen vordern Theil der Segmente einnimmt. Erwähnen müssen wir hier aber, daß man bei diesen Insekten keine Wachstaschen vorfindet; ihr Bauch ist ebenso gebildet, wie bei den Hautflüglern derselben Abtheilung.

Das zur Rede stehende Netz ist vom Magen und den übrigen inneren Theilen durch eine grauliche Membran geschieden, welche die ganze Bauchhöhle überkleidet. Wenn der Magen von den Säften, die er verdaut hat, angefüllt ist, läßt er dieselben durch seine dünnen Wände durchschwitzen, und wenn sie auch die grauliche Membran, die nicht sehr dicht ist, durchdrungen haben, müssen sie mit dem sechseckig gefelderten Netze in Berührung treten. Es wäre also nicht unmöglich, daß die Wachsausscheidung durch die Aufsaugung und Zersetzung dieser Säfte durch das Netz bewirkt würde.

Obgleich es noch unmöglich ist, irgend etwas über diesen Gegenstand zu bestimmen, glauben wir doch, ohne gegen die Gesetze der Physiologie zu verstoßen, annehmen zu dürfen, daß dieser Stoff nach Maßgabe anderer Ausscheidungen durch ein besonderes Organ erzeugt werde. *)

Die Entdeckung der Wachsblättchen, ihrer Taschen und ihrer Ausschwitzung muß, indem sie eine veraltete Theorie über den Haufen wirft, in der Geschichte der Bienen Epoche machen. Sie erhebt Zweifel gegen verschiedene Punkte, die

---

*) Taf. III. stellt die untern Bauchringe der drei Bienenarten dar; Fig. 1 das Segment der Arbeitsbiene, Fig. 2 das der Königinn, Fig. 3 das der Drohne. Fig. 4, 5, 6 sind dieselben von der Seite, um die Neigung der Theile, woraus die Segmente zusammengesetzt sind, zu veranschaulichen. H.

man für entschieden hielt, und die jetzt ohne Erwerbung neuer Kenntnisse nicht mehr zu erklären sind. Sie wirft eine Menge Fragen auf und bietet den Untersuchungen der Physiologen und Freunde der Naturgeschichte ein weiteres Feld; den Chemikern öffnet sie neue Wege, indem sie ihnen eine Substanz als thierisches Produkt nachweis't, die dem Pflanzenreiche anzugehören schien. Kurz, sie ist der Eckstein zu einem neuen Gebäude.

II. Kapitel.

Vom Ursprunge des Wachses.

Wenn die Natur bei irgend einem ihrer Erzeugnisse eine besondere Organisazion in Anwendung bringt, so kann man unbedingt annehmen, daß sie dabei einen bestimmten Zweck im Auge gehabt hat, der uns früher oder später einleuchten wird.

Das Vorhandensein der Taschen unter den Ringen der Bienen, die Form und Struktur der Häutchen, auf denen die Plättchen sich formen, das Netz mit den sechseckigen Maschen, welches unmittelbar darunter liegt, sein Fehlen bei den Insekten, die kein Wachs erzeugen, und dessen Vorhandensein unter den Ringen der Hummeln mit bestimmt ausgesprochener Abweichung; endlich die Abstufungen, die wir in den Wachsblättchen von ihrem ersten Auftreten unter der Nadelform bis zu dem Zeitpunkte beobachtet haben, wo sie über die Ringe hervorragen, die Schmelzbarkeit dieses Stoffes, welcher sich gleichwohl in einigen Beziehungen vom Wachse unterscheidet, das alles deutet auf Organe hin, die für eine wichtige Thätigkeit bestimmt sind; wir halten dafür, daß sie mit dem Vermögen begabt sind, das Wachs auszuscheiden.

Wir konnten indeß die Kanäle nicht entdecken, auf denen diese Substanz in ihre Behälter eingeführt werden zu müssen schien. Ihre Bildung konnte möglicherweise durch die Thätigkeit des Netzes bewirkt werden; aber wir besaßen

kein Mittel, uns darüber Gewißheit zu verschaffen. Die Kunst, welche sowohl die thierischen, als auch pflanzlichen Absonderungen voraussetzen, entgeht unserer Analyse vielleicht für immer; denn die Verwandlungen, denen die Flüssigkeiten organischer Wesen bei der Ausscheidung aus den Drüsen und Eingeweiden, in denen sie gebildet wurden, unterworfen werden, scheinen eben das zu sein, was uns die Natur mit größter Sorgfalt zu verbergen sucht.

Da uns die einfachen Wege der Beobachtung bei dieser Untersuchung verschlossen waren, mußten wir andere Mittel anwenden, um zur Einsicht zu gelangen, ob das Wachs wirklich eine Absonderung sei, oder von einer besonderen Ernte herrühre.

Von der Voraussetzung ausgehend, daß es ein Sekret sei, mußten wir zunächst die Ansicht Reaumur's, der die Vermuthung hegte, daß es sein Entstehen einer Verarbeitung des Blumenstaubes im Körper der Biene verdanke, einer nähern Prüfung unterwerfen, wenn wir auch nicht mit diesem Schriftsteller der Meinung waren, daß es aus ihrem Munde hervorkomme. Ebenso wenig waren wir geneigt, ihm denselben Ursprung zuzuschreiben, den er ihm beilegt; denn es war uns ebenso wie Hunter aufgefallen, daß in leere Körbe frisch eingeschlagene Schwärme keinen Pollen mit sich führten und nichts desto weniger Waben bauten, während die Bienen alter Stöcke, die keinen Bau aufzuführen hatten, denselben in großer Menge eintrugen.

Es ist höchst auffällig, daß Reaumur, dem diese Wahrnehmung keineswegs entgangen war, nicht fühlte, wie wenig günstig sie der gewöhnlichen Meinung war, und doch wußte sich niemand herrschenden Vorurtheilen leichter zu entziehen, als gerade er.*)

*) Die Frage über den Bildungsstoff des Wachses ist noch immer nicht zur endgültigen Entscheidung gekommen. Soviel aber steht fest, daß, obgleich es noch im Jahre 1850 von einer vereinzelten Stimme angezweifelt werden konnte, das Wachs ein eigenthümliches Produkt des Organismus der Biene, gleichsam ihr Fett ist. Daraus folgt aber selbstverständlich, daß es aus der Nahrung resultiren muß, worauf die Bienen zu ihrer Erhaltung hingewiesen sind. Die Nahrung der Bienen besteht aber unbezweifelt aus Honig und Blumenstaub, und diese müssen darum beide — Honig und Blumenstaub — den Bildungsstoff zum Wachse hergeben,

Wir beschlossen, Versuche im Großen anzustellen, um uns aufs gewisseste zu überzeugen, ob die eine längere Reihe von Tagen hindurch des Blumenstaubes beraubten

---

wenngleich letzterer wissenschaftlich noch nicht ganz in seine Rechte eingetreten ist. Welches aber in der Nahrung der Grundstoff sei, welcher die Bildung des Wachses bedinge, darüber war man lange im unklaren. Bekanntlich war Huber der erste, der durch seine Versuche geleitet die Ansicht aufstellte, daß der Zucker den Bildungsstoff des Wachses enthalte. Seine Schlußfolgerungen, die sich über die engen Grenzen der Bienennatur hinaus auch auf die Fettbildung der Thiere überhaupt erstreckte und für die Mästung derselben sich wichtig erwies, wurden indeß von der Mehrzahl der Chemiker nur mit Bedenken aufgenommen, eben weil sie in den gebräuchlichsten Mästungsnahrungsmitteln solche Quantitäten von fetter Substanz vorfanden, als ausreichend erschienen, sich ihre Wirkung zu erklären, ohne dem durch sie ernährten Thiere die Fähigkeit der Fetterzeugung zuschreiben zu müssen. Man wandte gegen die Beweiskraft der Huber'schen Versuche insbesondere ein, daß er die im Körper der der Zuckerfütterung unterworfenen Bienen vorhandene Menge fetter Substanz nicht ermittelt, mit dem producirten Wachse nicht verglichen, auch nicht untersucht habe, ob die Bienen im Verlaufe des Versuchs nicht etwa abgemagert seien, weil ja Absonderungen im allgemeinen noch eine Zeit lang fortdauern können, selbst wenn die Ernährung völlig unterbrochen werde, in welchem Falle dieselben auf Kosten der im Organismus präexistirenden Substanzen bewerkstelligt werden.

Es blieb also noch zweifelhaft, ob bei den Huber'schen Versuchen das abgesonderte Wachs wirklich auf Kosten des Zuckers, womit die Bienen gefüttert waren, erzeugt, oder ob dieses nicht schon vorher aus den Pflanzen gesammelt und im Innern des Bienenkörpers aufbewahrt sei, wie es mit dem Fett der Fall, welches sich in so großer Menge um die Eingeweide der Larven ansammelt und dann in der Periode der Enthaltsamkeit, während welcher die Metamorphose vollzogen wird, verschwindet.

Es entspann sich über diesen Gegenstand ein wissenschaftlicher Streit zwischen Liebig und den französischen Chemikern Dumas und Milne Edwards, wodurch letztere veranlaßt wurden, den huber'schen Versuch zu wiederholen und mit Hülfe chemischer Analyse zu vervollständigen. Das Resultat ihrer Untersuchung neigte sich entschieden auf Huber's Seite. Es ergab sich, daß die Quantität der in dem Organismus beim Anfange des Versuchs präexistirenden fetten Substanzen durchaus ungenügend ist, um die Produkzion des gewonnenen Wachses zu erklären. Es war nämlich die im Körper einer jeden Biene präexistirende fette Materie bestimmt worden zu **0,0015** Gr., die in einer jeden Arbeitsbiene während der ganzen Dauer des Versuchs gelieferte fette Substanz betrug **0,0018** Gr., also die Menge an fetter Materie, deren Ursprung der Nahrung zugeschrieben werden könnte, für jede Biene **0,0022** Gr. Nun hat während des Versuchs jeder Arbeiter eine Quantität Wachs producirt von **0,0064** Gr., und nach dieser beträchtlichen Absonderung enthielt jede Biene noch im Innern ihres Körpers sowohl an Wachs, als an Fett **0,0042** Gr.

Diese Thatsachen, bemerken die Chemiker, scheinen uns deutlich zu zeigen, daß die Bienen unter dem Einflusse einer aus reinem Honige bestehenden Nahrung wirklich Wachs produziren. Die Produkzion des Wachses beruht also auf einer wirklichen animalischen Sekrezion, und die Ansicht älterer Naturforscher und einiger neuerer Chemiker über diesen Gegenstand muß verworfen werden; die schöne Beobachtung Huber's über

Bienen ebenfalls Wachs erzeugten. Dieser letzte Umstand war von Wichtigkeit; denn wir erinnerten uns gar wohl, daß Reaumur, um dieselben Thatsachen zu erklären, von

---

die Umwandlung des Zuckers in Wachs findet sich im Gegentheil bestätigt, und wir schätzen uns glücklich, die ersten gewesen zu sein, welche die Zweifel völlig schwinden lassen, die uns hinderten, die Resultate dieses gewandten Beobachters, so wie die Folgerungen, welche sich daraus ableiten lassen, anzuerkennen. (S. Eichstädter Bienen-Zeitung, 1847, Nr. 7 u. 8.)

Es stand also fest, daß die Bienen aus reinem Honige, oder, was dasselbe, aus Zucker Wachs erzeugen konnten. Mußte nun aber, nach Dzierzon's vollkommen richtigem Grundsatze, dasjenige den Grundstoff zum Wachse enthalten, was den Bienen zur Nahrung diente, so mußte auch der Blumenstaub als ein Theil der Bienennahrung sein Scherflein zur Wachsbildung beitragen. Nun hat man zwar nachzuweisen versucht (Herr Jähne, B.-Zeit. 1853, Nr. 15, S. 118), daß die Bienen zur Wachsblättchenerzeugung keine stickstoffhaltige Substanz wie den Blumenstaub, sondern eben nur Honig — eine Kohlenwasserstoffverbindung wie das Wachs — gebrauche, und hat gemeint, das stehe fest in der Wissenschaft und sei eine ausgemachte Sache, hat aber damit in der That nur fehlgeschossen. Jedes Thier bedarf stickstoffhaltiger Nahrung, wenn der Mechanismus seiner Maschine in Bewegung bleiben soll, auch die Biene, wie überhaupt, so auch zur nachhaltigen Erzeugung der Wachsblättchen, wie Dzierzon aufs bündigste nachweis't (B.-Z. 1854, Nr. 5). Ist es auch als evident nachgewiesen, daß die Bienen bei ausschließlicher Honig- oder Zuckerfütterung Wachs erzeugen, so ist das doch jedenfalls ein abnormer, naturwidriger Zustand, der nur solange andauern kann, als die Bienen von den zur Erhaltung des Lebensprozesses erforderlichen Stoffen einen gewissen Vorrath in sich haben, gleichsam von ihrem Fette zehren. Ist dieser Vorrath aufgezehrt, dann hört auch die Wachsprodukzion selbst bei reichlichster Zuckerfütterung auf, während sie bei gleichzeitiger Pollennahrung ununterbrochen fortgeht. Daß die Pollennahrung ein wichtiger Koeffizient zur Wachserzeugung ist, geht unwiderleglich aus den schlagenden Experimenten des Hrn. v. Berlepsch (Bienenzeit. 1854, Nr. 21) hervor, nach denen dem Blumenstaube mindestens 40 Prozent vindizirt werden müssen. Dieser Einfluß des Pollen auf Wachsbildung läßt sich nur daraus erklären, daß wir ihn als wirklichen Nährstoff betrachten. Daß er das aber sei, beweis't seine Zellenform. Die Zellen zerfallen rasch bei Berührung von Speichel und Pepsin — dem Magensafte — und werden wie Stärkemehlzellen in Traubenzucker verwandelt, um sich so dem Körper zu assimiliren. Wenn namhafte Bienenkenner den Nährstoff des Pollen für die Bienen nicht anerkennen wollten, so lag das theils in der Verkennung seiner Natur, theils in der eigenthümlichen Erscheinung, daß eine gewisse Periodizität im Pollenfressen eintritt (B.-Z. 1856, Nr. 20) und nach der Vermuthung Prof. Leuckart's mit der Häutung des Magens im Zusammenhange stehen mag. Fielen Untersuchungen gerade in solche Perioden, dann waren Fehlschüsse denkbar. Der darüber in der Eichst. B.-Z. geführte wissenschaftliche Streit, an welchem sich Dzierzon, von Berlepsch, Leuckart, Dönhoff, Alefeld, Hofmann und Referent betheiligten, hat die Sache zum vorläufigen Abschlusse gebracht.

Daß Blumenstaub ohne Honig oder Zucker gar nicht von den Bienen gezehrt werden kann, darf wohl nicht erst erwähnt werden, woraus sich von selbst ergiebt, daß derselbe nicht, wie Honig oder Zucker, die Wachsbildung selbständig vermitteln

der Voraussetzung ausgegangen war, der Blumenstaub müsse erst eine längere Zeit im Magen der Bienen verarbeitet werden. Der Weg für unsern Versuch war uns vorgezeichnet; wir durften die Bienen nur in ihrem Stocke zurückhalten und ihnen die Möglichkeit nehmen, Blumenstaub einzutragen oder zu zehren. Diesen Versuch stellten wir am 24. Mai mit einem frisch abgestoßenen Schwarme an.

Diesen Schwarm faßten wir mit ausreichendem Honige und Wasser zur Zehrung für die Bienen in einen leeren Strohkorb und schlossen sorgfältig die Fluglöcher, um ihnen jede Möglichkeit zu benehmen, ausfliegen zu können. Der Luft gestatteten wir jedoch freien Zutritt, weil deren Erneuerung für die eingesperrten Bienen nothwendig sein konnte.

Anfangs waren die Bienen sehr unruhig; wir stellten die Ruhe dadurch her, daß wir den Stock an einen kühlen und dunklen Ort brachten. Ihre Gefangenschaft dauerte fünf volle Tage; nach Verlauf dieser Zeit ließen wir sie in einem Zimmer, dessen Fenster sorgfältig verschlossen waren, ausfliegen und konnten so ihren Stock um so bequemer untersuchen. Ihren Honigvorrath hatten sie aufgezehrt, und im Korbe standen, obgleich in ihm beim Fassen der Bienen auch kein Körnchen Wachs gewesen war, fünf Waben vom schönsten Wachse, die am Deckel des Korbes hingen. Das Wachs war von vollkommener Weiße und großer Sprödigkeit.

Dies Resultat, aus dem wir jedoch noch keine Folgerungen ziehen wollen, war ein sehr günstiges; wir hatten keine so rasche und vollständige Lösung der Frage erwartet. Bevor wir aber den Schluß ziehen konnten, daß allein der Honig, womit diese Bienen gefüttert waren, sie in den Stand gesetzt habe, Wachs zu erzeugen, mußten wir

kann. Ebenso wenig haben wir hier auf die Behauptung Rücksicht zu nehmen, daß die Bienen gar keinen Pollen verzehren könnten; Sezirnadel und Mikroskop haben das Gegentheil zur Genüge bewiesen. Daß Weizen- oder Roggenmehl ein vortreffliches Surrogat des Pollen ist und im ersten Frühjahre mit Vortheil den Bienen gefüttert wird, soll hier nicht unerwähnt gelassen werden. K.

uns durch neue Versuche überzeugen, daß es keine andere Erklärung dafür gebe.

Die Arbeiter, welche wir eingesperrt hielten, konnten möglicherweise den Blumenstaub gesammelt haben, so lange sie noch frei waren, konnten schon Tags zuvor, oder noch am Tage der Einsperrung selbst ihre Vorräthe zurecht gelegt und davon in ihrem Magen oder Körbchen genug mitgenommen haben, um daraus all das Wachs zu bilden, welches wir in ihrem Korbe gefunden hatten.

Wenn es aber wirklich vom vorher gesammelten Blumenstaube herrührte, so war diese Quelle doch nicht unerschöpflich, und die Bienen mußten, wenn sie keinen mehr sammeln konnten, ihren Wabenbau bald einstellen und in völlige Unthätigkeit verfallen. Wir mußten demnach denselben Versuch noch weiter ausdehnen, um ihn zu einem entscheidenden zu machen.

Ehe wir diesen zweiten Versuch anstellten, entfernten wir sämmtliche Waben, welche die Bienen während ihrer Gefangenschaft gebaut hatten. Burnens brachte mit seiner gewohnten Gewandtheit die Bienen in ihren Korb zurück und sperrte sie wie das erste Mal mit einer neuen Honiggabe ein. Dieser Versuch dauerte nicht lange; schon am folgenden Abend bemerkten wir, daß die Bienen von neuem bauten. Am dritten Tage untersuchten wir den Stock und fanden wirklich fünf neue ebenso regelmäßig gebaute Waben, wie die während ihrer ersten Gefangenschaft aufgeführten.

Zu fünf wiederholten Malen brachen wir die Waben aus, ohne die Bienen ins Freie ausfliegen zu lassen. Es waren immer dieselben Bienen, welche wir während dieser langen Einsperrung, die wir unbezweifelt mit demselben Erfolge noch weiter hätten ausdehnen können, wenn wir's für nöthig erachtet, ausschließlich mit Honig gefüttert hatten. So oft wir ihnen Honig gaben, bauten sie neue Waben; folglich war es außer Zweifel, daß diese Nahrung bei ihnen die Wachssekrezion ohne Mitwirkung des Pollen hervorrief.*)

*) Wir verweisen auf die vorstehende Anmerkung, hier können wir nur unsere Verwunderung aussprechen, daß Huber zwischen dem Wachsbau des abgesperrten Volks und dem eines frei fliegenden Volks keinen Vergleich

Es war indeß nicht unmöglich, daß der Pollen dieselbe Eigenschaft besaß, wir beeilten uns deßhalb, uns über dieses Bedenken Auskunft zu verschaffen. Der Versuch, den wir zu dem Ende anstellten, bildete das Gegentheil von dem vorhergehenden.

Diesmal gaben wir den Bienen statt Honig nur Früchte und Blumenstaub als alleinige Nahrung und sperrten sie unter eine Glasglocke ein, unter welche wir eine nur Blumenmehl enthaltende Wabe legten. Ihre Gefangenschaft dauerte acht Tage, während welcher sie kein Wachs erzeugten; wir sahen keine Blättchen unter ihren Ringeln. Konnte man noch irgend einen Zweifel über den wirklichen Ursprung des Wachses hegen? Wir hegten keinen.

Sollte man etwa einwenden, daß es im Honige selbst enthalten sei, und daß die Bienen es in demselben aufbewahrten, um es gleich bei der Hand zu haben, wenn sie es bedürften? Dieser Einwurf entbehrt nicht so ganz aller Wahrscheinlichkeit, denn der Honig enthält fast immer einige Wachsbröckchen, die an die Oberfläche tauchen, wenn man ihn in Wasser auflös't. Als wir aber mit Hülfe des Mikroskops erkannt hatten, daß diese Bröckchen Theilchen fertiger Zellen waren, Gestalt und Dicke der Rhomben, mitunter zerbrochener Zellenwände besaßen, wußten wir, was das Bedenken, was uns aufgestoßen war, werth war.

Um indeß diesem Einwurfe in aller Form zu begegnen und mich über eine mir eigene Ansicht, ob nämlich der Zuckerstoff der eigentliche Grund der Wachsabsonderung sei, ins klare zu bringen, nahmen wir ein Pfund aufgelös'ten Kanarienzucker und gaben es einem Schwarme, den wir in einem Glasstocke eingesperrt hielten.

Diesen Versuch machten wir dadurch noch belehrender, daß wir behufs der Vergleichung noch zwei andere Stöcke, worin wir zwei Schwärme eingeschlagen hatten, aufstellten,

anstellte, wodurch er ohne weiteres zu der Ueberzeugung hätte kommen müssen, daß, wenn die Biene im Nothfall auch aus bloßem Honig Wachs produziren konnte, ihre Naturbestimmung doch war, aus Honig und Blumenstaub gemeinschaftlich Wachs zu erzeugen. H.

wovon wir den einen mit sehr unreinem Farinzucker, den andern mit Honig fütterten. Das Ergebniß dieses dreifachen Versuchs war so befriedigend, wie wir's nur irgend hoffen konnten.

Die Bienen aller drei Stöcke erzeugten Wachs; diejenigen, welche mit Zucker von verschiedener Güte gefüttert waren, produzirten es früher und in größerer Menge, als der nur mit Honig genährte Schwarm.

Ein Pfund aufgelös'ter und mit Eiweiß geklärter Kanarienzucker lieferte **10** Quentchen, **52** Gran weniger weißes Wachs, als dasjenige, welches die Bienen aus Honig gewinnen. Der Farinzucker gab in gleichem Gewichte **22** Quentchen sehr weißes Wachs; der Ahornzucker lieferte gleiches Ergebniß.

Um diese Resultate festzustellen, wiederholten wir diesen Versuch siebenmal hintereinander mit denselben Bienen, erhielten jedesmal Wachs und beinahe immer in den angegebenen Verhältnissen. So scheint es uns also erwiesen, daß der Zucker und der Zuckerstoff des Honigs die Bienen, welche sich davon nähren, zu Wachserzeugung befähigen, eine Eigenschaft, welche der Blumenstaub durchaus nicht besitzt. *)

Die Wahrheiten, welche wir aus diesen Versuchen gewonnen hatten, erhielten bald eine allgemeinere Bestätigung. Obgleich wir über diese Fragen keinen Zweifel mehr hegten, mußten wir uns doch vergewissern, daß sich die Bienen im Naturzustande ebenso verhielten, wie diejenigen, die wir in Gefangenschaft gehalten hatten. Eine lange Reihe von Beobachtungen, wovon wir hier nur einen kurzen Ueberblick geben wollen, lieferte uns den Beweis, daß, wenn die Flur den Bienen eine reiche Honigtracht bietet, die Arbeiter alter Stöcke ihre Ernte eifrig einscheuern, während die jungen Schwärme den Honig in Wachs verwandeln.

Ich besaß damals keinen starken Stand; indeß die meisten Stöcke meiner bäuerlichen Nachbaren dienten mir

---

*) Zur richtigen Würdigung dieses Grundsatzes verweisen wir auf unsere Anmerkung S. 29. K.

zur Vergleichung, obgleich es Strohkörbe und sie nicht so bequem zu handhaben waren, wie die meinigen. Einige besondere Beobachtung über die Gestaltung der Waben und das Gebahren der Bienen beim Wachsbau machten es uns möglich, selbst aus diesen zur Beobachtung so ungeeigneten Körben Nutzen zu ziehen.

Anfänglich ist das Wachs weiß, bald aber färben sich die Zellen gelb und mit der Zeit wird die Farbe braun; wenn aber die Stöcke sehr alt sind, sind ihre Waben schwarz. Es ist also sehr leicht, neue Zellen von älteren zu unterscheiden und folglich zu wissen, ob die Bienen gerade bauen, oder ob diese Arbeit eingestellt ist. Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur die Körbe aufzuheben und einen Blick auf die unteren Wabenränder zu werfen.

Folgende Beobachtungen können zugleich Fingerzeige vom Honigen der Blüten geben. Sie sind auf eine bemerkenswerthe Thatsache gegründet, die noch keinem meiner Vorgänger bekannt war. Es finden sich nämlich in einem und demselben Stocke zwei Arten von Arbeitsbienen. Die einen sind befähigt, ihrem Bauche eine bedeutende Ausdehnung zu geben, wenn sie allen Honig aufgenommen haben, den sie in ihrem Magen lassen können; sie sind im allgemeinen zur Wachsprodukzion bestimmt. Die anderen, deren Bauch keiner besonderen Ausdehnung fähig ist, nehmen oder bewahren nicht mehr Honig, als zu ihrem Lebensunterhalte nöthig ist, und theilen ihren Gefährtinnen sogleich von dem mit, was sie gesammelt haben; mit der Verproviantirung des Stocks haben sie nichts zu thun, ihr Hauptgeschäft besteht in der Versorgung der Brut. Wir werden sie Nährbienen nennen, im Gegensatz zu denen, deren Bauch ausdehnbar ist, und welche den Namen Wachsbienen verdienen.

Obgleich die äußeren Zeichen, an denen man die beiden Bienenarten erkennen kann, nicht eben zahlreich sind, so ist doch dieser Unterschied keineswegs ein eingebildeter. Anatomische Untersuchungen haben uns nachgewiesen, daß eine wirkliche Verschiedenheit in der Größe ihres Magens besteht.

Wir haben uns durch untrügliche Versuche überzeugt, daß die Bienen einer und derselben Art nimmermehr im Stande sein könnten, alle Verrichtungen zu besorgen, welche unter die Arbeiter eines Stockes vertheilt sind. Bei einem dieser Versuche zeichneten wir die Bienen beider Klassen mit verschiedenen Farben, um ihr Verhalten zu beobachten, und nahmen wahr, daß sie ihre Rollen nicht vertauschten. Bei einem anderen Versuche gaben wir den Bienen eines der Königinn beraubten Stockes Brut und Blumenstaub; sogleich sahen wir die kleinen Bienen sich mit der Ernährung der Larven befassen, während die Wachsbienen sich gar nicht darum kümmerten. *)

Wenn die Stöcke mit Wachsbau angefüllt sind, entleeren die Wachsbienen ihren Honig in die gewöhnlichen Magazine und bereiten kein Wachs. Haben sie aber keinen Raum, um ihn unterzubringen, und fehlt es ihrer Königinn

*) Die Ansicht Huber's über die verschiedenen Klassen von Arbeitsbienen beruht auf einer unverkennbaren Täuschung. Es giebt nur eine Klasse von Arbeitsbienen, die sich die Arbeit auf die redlichste Weise theilen, und zwar so, wie's eben das Bedürfniß erfordert. Erwiesen ist es freilich, daß in einem normalen Stocke die jungen Bienen in den ersten Wochen ihres Daseins im Stocke bleiben und die häuslichen Berufsgeschäfte, namentlich auch die Besorgung der Brut zu vollziehen haben. Sobald sie aber ihr gesetzliches Alter erreicht haben, oder die Bedürfnisse des Stockes es erfordern, übernehmen auch sie die Außenarbeiten, der jüngeren Generazion die Sorge fürs Haus überlassend. Wir finden allerdings in der Zeit der höchsten Lebensentwicklung im Stocke auch Bienen mit vorzugsweise dicken Leibern, die von starkem Pollenfressen aufgetrieben sind. Es sind das gerade Bienen, die zur Futterbrei- und Wachsbereitung darauf angewiesen sind, Blumenstaub in auffallend großen Mengen zu verzehren. Sie gehören aber nicht zu einer privilegirten Kaste, sondern sind Arbeitsbienen, wie alle andern auch, und alle ohne Unterschied werden, wenn sie nicht vor der Zeit ihrer Bestimmung entzogen werden, demselben Prozesse unterworfen, worin wir eine weise Anordnung der Natur zu bewundern haben. Die Zeit der Futterbrei- und Wachsbereitung haben wir für die Bienen als die Zeit ihrer höchsten Lebenspotenz anzusehen. Das Nahrungsmittel aber, dessen ein Geschöpf gerade in seiner höchsten Lebensentwicklung bedarf, wird auch zu seiner Erhaltung im allgemeinen nothwendig sein. Damit aber alle Bienen mit der vollen Lebensentwicklung an die Reihe kommen und keine verkürzt werde, keine leer ausgehe, ist ja im Bienenstaate die Arbeitsvertheilung auf eine so wunderbare Weise geordnet, daß alle durch jenen Zustand hindurchgehen müssen, um sich dadurch zu dem ungeheuerlichen Kraftverbrauche durch die Bewegung für so lange zu kräftigen, bis sie von neuem wieder abgelös't werden können oder müssen.

Daß Huber diese Verhältnisse nicht erkannt hatte, verleitete ihn zu obigem Irrthume, der namentlich von französischen Schriftstellern noch heutiges Tages nachgesprochen wird.

K.

an fertigen Zellen zur Absetzung ihrer Eier, so behalten sie den eingesogenen Honig im Magen, und nach Verlauf von vierundzwanzig Stunden schwitzt das Wachs zwischen ihren Ringen hervor und der Wabenbau nimmt seinen Anfang.

Man meint vielleicht, daß die Wachsbienen, wenn die Flur keinen Honig bietet, die Vorräthe, womit der Stock versehen ist, angreifen können; sie zu berühren ist ihnen aber nicht gestattet. Ein Theil des Honigs wird sorgfältig verwahrt; die Zellen, in denen er niedergelegt ist, sind mit einem Wachsdeckel geschlossen, der nur in Fällen der äußersten Noth, und wenn sie nirgend anderswo Honig finden, abgehoben wird. In der Trachtzeit werden sie nie geöffnet; andere, immer offen stehende Behälter dienen dem Volke zum täglichen Gebrauche, aber keine Biene nimmt mehr, als sie zur nothwendigen Befriedigung ihres augenblicklichen Bedürfnisses bedarf.

Die Wachsbienen zeigen sich nur dann mit dicken Leibern vor ihrem Stocke, wenn die Fluren eine reiche Honigtracht bieten, und erzeugen nur dann Wachs, wenn der Stock noch nicht ausgebaut ist. Nach dem, was wir so eben mitgetheilt haben, begreift man leicht, daß die Erzeugung des Wachsstoffes von der Zusammenwirkung verschiedener Umstände abhängt, die nicht immer vorhanden sind.

Die kleinen Bienen erzeugen zwar auch Wachs, aber immer doch in weit geringerer Menge, als die wirklichen Wachsbienen verarbeiten können.

Ein anderes Kennzeichen, woran der aufmerksame Beobachter den Zeitpunkt erkennen wird, wo die Bienen genug Honig auf den Blüten sammeln, um Wachs produziren zu können, ist der Honig- und Wachsgeruch, der gerade in dieser Zeit sehr stark aus den Stöcken hervorströmt und in gleicher Stärke zu keiner andern Zeit vorhanden ist.

Nach diesen Voraussetzungen konnten wir leicht erkennen, ob die Bienen an ihren Waben arbeiteten, gleichviel, ob in unsern Stöcken oder in denen der Bienenzüchter unserer Nachbarschaft.

Im Jahre 1793 hatte ungünstiges Wetter das Ausschwärmen verzögert; vor dem 24. Mai gab es hier keine Schwärme, die meisten Stöcke schwärmten Mitte Juni. Die Fluren waren mit Blüten überdeckt, die Bienen trugen vielen Honig ein, und die jungen Schwärme bauten fleißig.

Am 18. untersuchte Burnens fünfundsechzig Stöcke, er fand die Wachsbienen vor allen Fluglöchern; diejenigen, welche alte Stöcke beflogen, scheuerten ihre Ernte sogleich ein und bauten keine Waben, wogegen die Schwarmbienen ihren Honig in Wachs verwandelten und sich beeilten, für die Eier ihrer Königinn Zellen herzustellen.

Am 19. regnete es abwechselnd. Wohl flogen die Bienen aus, aber man sah keine Wachsbiene, sie trugen nur Blumenstaub. Das Wetter blieb kalt und regnerisch bis zum 27. Wir wollten wissen, welchen Einfluß dieses Witterungsverhältniß gehabt hatte.

Am 28. wurden sämmtliche Körbe gestürzt, und Burnens fand, daß die Arbeit unterbrochen worden war; die Waben, welche er am 19. gemessen hatte, hatten nicht den geringsten Zuwachs bekommen, sie waren zitrongelb, es gab in keinem einzigen Stocke weiße Zellen mehr.

Als am 1. Juli die Luft heiterer wurde und die Kastanien und Linden in Blüte standen, zeigten sich auch die Wachsbienen wieder; sie trugen viel Honig, die Schwärme setzten ihren Bau fort und überall herrschte die größte Thätigkeit. Honigtracht und Wachsbau dauerten bis Mitte des Monats.

Mit dem 16. Juli stieg aber die Hitze über 20 Grad und hielt sich auf dieser Höhe; die Felder litten von der Dürre. Die Blüten der Wiesen und der genannten Bäume welkten und hatten keinen Honig; nur der Pollen zog noch die Bienen an. Davon machten sie eine reiche Ernte, aber Wachs produzirten sie nicht; die Waben wurden nicht verlängert, selbst die der Schwärme machten keinen Fortschritt.

Seit sechs Wochen hatten wir keinen Regen gehabt; die Hitze war groß und kein Thau während der Nacht milderte sie. Der Buchweizen, der seit einigen Tagen in

Blüte stand, bot den Bienen keinen Honig, sie fanden daselbst nur Blumenstaub. Am **10.** August aber regnete es einige Stunden lang, und gleich am folgenden Tage hauchte der Buchweizen Honigduft aus; man konnte den Honig in den frischen Blüten glänzen sehen. Die Bienen fanden genug, um sich zu nähren, indeß zu wenig, um zum Wachsbau angereizt zu werden.

Vom **14.** an stellte sich die Dürre wieder ein und dauerte bis Ende des Monats; wir untersuchten nun die **65** Stöcke zum letzten Male und fanden, daß die Bienen seit Mitte Juli nicht mehr in Wachs gearbeitet hatten. Sie hatten viel Blumenstaub eingeschlagen, aber der Honigvorrath war in den alten Stöcken sehr zusammengeschmolzen, und in den jungen gab es fast gar keinen.

Das Jahr war demnach für die Arbeiten der Bienen wenig günstig, was ich der Beschaffenheit der Atmosphäre zuschreibe, die nicht mit Elektrizität geschwängert gewesen; denn dieser Umstand hat gewiß einen sehr großen Einfluß auf die Honigsonderung in den Blütennektarien. Ich habe die Bemerkung gemacht, daß die Tracht der Bienen nie reicher ist und der Wachsbau nicht rascher fortschreitet, als wenn ein Gewitter im Anzuge ist, der Wind aus Süden weht und die Luft feucht und warm ist; zu lange anhaltende Wärme hingegen und Dürre, als Folge derselben, oder auch kalte Regen und Nordwind unterbrechen die Honigbildung in den Pflanzen gänzlich, folglich auch die Arbeiten der Bienen.

Als wir Bienen in der Absicht einsperrten, um uns Gewißheit darüber zu verschaffen, ob der Honig allein zur Wachserzeugung ausreiche, ertrugen sie ihre Gefangenschaft geduldig; sie zeigten eine bewundernswerthe Ausdauer, immer wieder in dem Maße neue Waben zu bauen, als wir ihnen die erbauten entnahmen. Hätten wir ihnen einen Theil dieser Waben gelassen, so würde ihre Königinn die Zellen mit Eiern besetzt haben und wir hätten beobachten können, wie sich die Bienen hinsichtlich ihrer Zöglinge verhalten, und welchen Einfluß die gänzliche Entziehung des Blumenstaubes auf letztere ausgeübt hätte; damals aber lediglich

mit der Frage über den Ursprung des Wachses beschäftigt, zogen wir es vor, die über die Nahrung der Jungen besonders zu behandeln.

Der Versuch, den wir anzustellen hatten, unterschied sich also von dem ersteren durch die Gegenwart von Larven, die im Stocke sein mußten; dieser mußte auch mit Honig und Wasser versehen werden, die Bienen mußten Waben mit Brut haben und sorgfältig abgesperrt gehalten werden, damit sie nicht ins Feld fliegen und sich mit Blumenstaub versorgen könnten. Der Zufall fügte es damals gerade, daß wir einen Stock hatten, der durch die Unfruchtbarkeit seiner Königinn untauglich geworden war; ihn opferten wir dem Versuche. Es war einer meiner Bücherstöcke, der an beiden Enden mit Glasscheiben versehen war. Wir fingen die Königinn aus und stellten an die Stelle der Waben des ersten und letzten Rähmchens mit Brut, d. h. mit Eiern und jungen Larven besetzte Waben ein, ließen aber keine Zelle darin, welche Blumenstaub enthielt, ja, wir entfernten sogar die geringsten Spuren dieses Stoffes, den Hunter für die Grundlage der Nahrung für die Jungen hielt.

Das Verhalten der Bienen in dieser Lage verdient einige Beachtung.

Am ersten und zweiten Tage zeigte sich nichts Auffälliges; die Bienen bedeckten ihre Jungen und schienen für sie Sorge zu tragen. Aber am dritten Tage hörten wir nach Sonnenuntergange einen gewaltigen Lärm im Stocke; neugierig, die Veranlassung desselben kennen zu lernen, öffneten wir einen Schieber und fanden alles in Verwirrung, die Brut war verlassen, die Bienen liefen in Unordnung auf den Waben umher, zu Tausenden stürzten sie sich auf den Boden des Stocks und diejenigen, welche sich am Flugloche befanden, nagten mit wahrer Wuth am Gitterchen, womit es verschlossen war. Ihre Absicht war nicht zweifelhaft, sie wollten ihren Kerker verlassen.

Unzweifelhaft mußte ein gebieterisches Bedürfniß sie drängen, das anderswo zu suchen, was sie in ihrer Wohnung nicht finden konnten. Ich fürchtete, sie möchten um=

kommen, wenn ich länger hinderte, ihrem Instinkte nachzugeben; wir ließen sie deßhalb frei. Das ganze Volk stürzte hinaus; die Stunde war aber zu einem Ausfluge nicht mehr geeignet, die Bienen entfernten sich nicht von ihrem Stocke, sie umkreis'ten denselben. Die zunehmende Dunkelheit und die Frische der Luft zwangen sie bald zur Rückkehr. Dieselben Ursachen beschwichtigten wahrscheinlich ihre Aufregung, denn wir sahen sie ruhig auf die Waben zurückkehren. Die Ordnung schien wieder hergestellt; wir benutzten diesen Zeitpunkt, um den Stock von neuem zu verschließen.

Am folgenden Tage, **19.** Juli, sahen wir zwei Königszellen, welche die Bienen auf einer Brutwabe begonnen hatten. Abends, zur selbigen Stunde wie Tags zuvor, hörten wir abermals ein gewaltiges Brausen im verschlossenen Stocke; aber die Aufregung und Verwirrung war noch bedeutender. Wir mußten das Volk noch einmal frei geben, es blieb aber nicht lange draußen, beruhigt kehrten die Bienen, wie am vorhergehenden Tage in den Stock zurück.

Am **20.** bemerkten wir, daß die königlichen Zellen nicht weiter geführt waren, was im gewöhnlichen Laufe der Dinge geschehen wäre. Am Abend wieder entsetzlicher Tumult, die Bienen schienen in Raserei verfallen. Wir setzten sie in Freiheit, und nach ihrer Rückkehr wurde die Ordnung wieder hergestellt.

Die Gefangenschaft dieser Bienen hatte fünf Tage gedauert; wir hielten es für überflüssig, sie noch weiter auszudehnen. Wir wollten aber wissen, ob die Brut noch im guten Zustande sei, ob sie die gewöhnlichen Fortschritte gemacht habe, und dann auch den Grund der periodischen Aufregung der Bienen ausfindig zu machen suchen. Burnens brachte die beiden Brutwaben, welche er ihnen eingestellt hatte, ans Tageslicht. Zunächst untersuchte er die Königszellen, fand sie aber nicht vergrößert. Was hätte es auch nützen können? Sie enthielten weder Eier, noch Maden, noch den besonderen Futterbrei der königlichen Maden; auch die übrigen Zellen waren leer, keine Brut, keine Spur von Futterbrei. Die Maden waren also vor

Hunger gestorben. Hatten wir nun den Bienen jedes Mittel geraubt, sie zu ernähren, indem wir ihnen den Blumenstaub vorenthielten? Um diese Frage zu entscheiden, mußte man denselben Bienen andere Brut zur Verpflegung überweisen und ihnen Blumenstaub in Ueberfluß zutheilen. Wir hatten ihnen die Möglichkeit abgeschnitten, während unserer Untersuchung der Waben eine Ernte zu machen, denn wir hatten den Stock in einem Zimmer geöffnet, dessen Fenster verschlossen waren, und als wir an die Stelle der Brut, die sie hatten absterben lassen, junge Maden eingestellt hatten, brachten wir sie in ihren Käfig zurück.

Am folgenden Tage, **22.**, konnte es uns nicht entgehen, daß sie neuen Muth gewonnen hatten; sie hatten die Waben befestigt, die wir ihnen eingestellt hatten, und lagerten auf der Brut. Wir gaben ihnen nun einige Wabenstücke, in welche andere Bienen Blumenstaub eingescheuert hatten; um aber besser beobachten zu können, was sie damit beginnen würden, nahmen wir Blumenstaub aus einigen Zellen heraus und legten ihn auf den Boden des Stocks.

Augenblicklich witterten die Bienen den in den Waben enthaltenen Pollen, wie auch den offen hingelegten; haufenweise drängten sie sich zu den Magazinen heran, stiegen auch auf den Boden des Stocks herab, faßten den Blumenstaub Körnchen für Körnchen mit den Zähnen und brachten ihn in den Mund. Diejenigen, welche am begierigsten davon gezehrt hatten, stiegen vor den andern auf die Waben, blieben über den Zellen der jungen Maden stehen, krochen mit dem Kopfe voran hinein und blieben längere oder kürzere Zeit darin.

Burnens öffnete leise eine Thür des Stocks und bepuderte die Pollen fressenden Bienen, um sie auf den Waben wieder erkennen zu können. Er beobachtete sie mehre Stunden lang und konnte sich überzeugen, daß die Bienen aus keiner andern Absicht so viel Pollen zu sich nahmen, als um ihn an die Jungen zu verfüttern.

Den **23.** sahen wir königliche Zellen angelegt; am **24.** trieben wir die Bienen, welche die Brut verdeckten,

zurück und bemerkten, daß die jungen Maden alle in Futterbrei schwammen, wie in den normalen Stöcken, daß sie gewachsen waren und sich in ihren Zellen vorgeschoben hatten, daß andere neuerdings bedeckelt worden waren, weil sie sich ihrer Verwandlung nahten; zuletzt zweifelten wir nicht länger an der Wiederherstellung der Ordnung, als wir die königlichen Zellen verlängert fanden.

Neugierig zogen wir die Wabenstücke hervor, die wir auf den Boden des Stocks gelegt hatten, und fanden die Masse des Blumenstaubes merklich verringert. Wir gaben sie den Bienen zurück, indem wir ihren Vorrath noch vermehrten, um die Szene, die sie uns vorführten, noch mehr in die Länge ziehen zu können. Bald sahen wir die Königszellen, so wie auch mehre Arbeiterzellen versiegelt. Als wir den Stock öffneten, fanden wir überall gesunde Brut, einige noch mit der Nahrung vor sich, andere bereits eingesponnen; ihre Zellen waren mit einem Wachsdeckel geschlossen.

Dieses Resultat war schon im höchsten Grade überraschend; was aber unsere Verwunderung vorzugsweise erregte, war, daß die Bienen trotz ihrer langen Gefangenschaft kein Verlangen mehr nach einem Ausfluge zu tragen schienen; wir bemerkten nichts mehr von jener Aufregung, von jener steigenden und periodischen Unruhe, von jener allgemeinen Ungeduld, welche sie in der ersten Hälfte des Versuchs an den Tag gelegt hatten. Einige Bienen machten wohl den Versuch, sich im Laufe des Tages ins Freie zu begeben, sobald sie aber die Unmöglichkeit davon einsahen, kehrten sie ruhig zu ihren Jungen zurück.

Dieser Zug, den wir wiederholt und immer mit demselben Interesse betrachtet haben, beweis't so unzweifelhaft die Liebe der Bienen zu den Larven, daß wir eine andere Erklärung für ihr Verhalten zu suchen uns nicht veranlaßt fühlen können. *)

*) Die vorstehende Behauptung Huber's, daß Bienen ohne Blumenstaub keine Brut zur Perfekzion bringen können, bedarf einer Beschränkung dahin, daß Bienen zwar auf die Länge Junge ohne denselben nicht erziehen können, wohl aber dazu befähigt sind, solange sie noch aus

Eine andere nicht minder auffallende Thatsache, deren wahre Ursache ausfindig zu machen weit schwieriger ist, führte uns zu wiederholten Malen zur Wachserzeugung

---

ihrer normalen Lebensweise her durch Zehrung von Pollen den zur Futterbereitung nöthigen Eiweißstoff im Chylusdarme bewahren. Die Beweise dafür sind namentlich wieder durch Dzierzon und Baron von Berlepsch geliefert. Letzterer hat eine Reihe energischer Versuche angestellt, um die Wahrheit zu ermitteln. Einen entscheidenden Versuch müssen wir aus der Eichst. Bienenzeit., **1854**, Nr. **21**, als Beleg anführen. Am **4.** März hing derselbe einen Dzierzon mit Waben, in denen sich weder eine Spur von Brut, Honig noch Blumenmehl befand, aus, ließ ein mäßig starkes Volk einlaufen, stellte ihn in ein finsteres Bienengewölbe seiner Burg und fütterte etwa **36** Stunden lang mit dünnflüssigem Honig. Volle Honigtafeln setzte er nicht ein, um gegen die mögliche Einwendung gesichert zu sein, es sei Blumenstaub unter dem Honige versteckt gewesen, Am **15.**, also nach eilf Tagen, sah er nach und fand Eier, Maden und bedeckelte Zellen in ziemlicher Anzahl. Er öffnete mehre Zellen, und es war ihm kaum mehr zweifelhaft, daß Bienen auslaufen würden, denn die Nymphen zeigten sich ganz normal. Konnten aber die Bienen nicht bei Einbringung in den Stock noch Blumenmehl in ihren Leibern gehabt und mittelst desselben den Futtersaft bereitet haben? Immer möglich, wenn auch nicht wahrscheinlich. Er nahm deßhalb die beiden Tafeln, in welchen Brut stand, weg, fügte dafür zwei leere ein und fütterte Abends wieder stark mit dünnflüssigem warmen Honig. Am **29.** untersuchte er den Stock und fand neben Eiern und kleiner Brut **185** Zellen bedeckelt. Nun stellte er den Stock auf den Stand und ließ die Bienen fliegen. Vom **9.** April, also erst vom **22.** Tage nach den gelegten Eiern an begann die Brut auszulaufen, und am **11.** standen von den **185** am **29.** März bedeckelt gewesenen Zellen, die er mit Nadeln genau abgegrenzt hatte, nur noch fünf ungeöffnet da. Sie enthielten Bienen, die, dem Ausschlüpfen nahe, abgestorben waren. Den Grund des etwa **24**—**30** Stunden verspäteten Auslaufens der Brut sucht er mit Recht in der kühleren Temperatur des Kellergewölbes. Es ist mit diesem Versuche evident erwiesen, daß die Bienen aus bloßem Honig, ohne allen Blumenstaub, Brut zur Perfekzion bringen können. Daß dies jedoch nur ausnahmsweise, nicht auf die Länge geschieht, sondern daß die Bienen in der Regel zur Bereitung des Futtersafts Blumenmehl verwenden, hat Baron von Berlepsch ebenfalls bündigst l. l. dargelegt. Er bildete nämlich Ende August **1852** starke Hülfsvölker und fütterte sie in aufgesetzten Näpfen Tag und Nacht üppigst mit dünnflüssigem Honig. Anfänglich ging die Sache gut, indem etwa **16**—**18** Tage hindurch die Völker gut bauten und Brut in Menge einsetzten, obwohl täglich auffallend viele Leichen mit dick aufgetriebenen Hinterleibern auf den Bodenbrettern lagen. Das Sterben nahm von Tage zu Tage zu und etwa vom **22.** bis **24.** September an wollte weder der Bau noch die Brut mehr fort und nach noch etwa sechs Tagen trugen die Bienen den ihnen neu untergesetzten Honig, trotz er sie Abends in erwärmte Zimmer brachte, gar nicht mehr auf. Die Völker waren bereits zusammengeschmolzen, die meisten Bienen sichtbarlich matt und ausgemergelt, die Brut, die noch dastand, wohl $^9/_{10}$ abgestorben, eine Zelle mit Blumenstaub nirgends. Jetzt wollte er sehen, ob die Bienen durchaus nicht mehr brüten und kein Wachs mehr bereiten könnten, nahm deshalb einem Volke, das seit vier Tagen den Honig nicht mehr auftrug, das sämmtliche Gebäude weg und brachte die Bienen

gezwungene Bienen in der Wirkung des Zuckersyrups vor, den man ihnen reichte. Während der ersten Versuche widmeten sie ihren Jungen die gewöhnliche Sorgfalt, schließlich

---

in einen leeren Kasten. Das Volk hob trotz aller Manövers den Honig nicht auf und starb in immer größern Proporzionen.

Es dürfte sich aus Vorstehendem ergeben, daß die Bienen im Stande sind, eine längere Zeit hindurch gleichsam von ihrem Fette zu zehren und auf die Weise den an sie gestellten Anforderungen zu genügen, was aber seine gewiesenen Grenzen haben muß. Die Untersuchungen Dr. Dönhoff's haben gezeigt, daß der Futterbrei mit dem Chylus der Bienen identisch sei, also aus Eiweiß bestehe, folglich derselbe Stoff sei, den die Arbeitsbienen zu ihrer Ernährung gebrauchen und aus Honig und Blumenstaub bereiten, woran jetzt wohl kaum noch gezweifelt werden kann. Wird nun auch der Speisesaft der Bienen normal aus Honig und Blumenstaub gebildet, so wissen wir doch aus Erfahrung, daß die Bienen unter Umständen von bloßem Honige oder Zucker leben, sogar Brut erziehen können, solange sie vom vorräthigen Chylus noch zuzusetzen haben. Der Chylus kann unter Umständen aber sehr nachhaltig wirken, worüber uns Dr. Dönhoff, Eichst. Bienenzeit. 1855, Nr. 24, einen wichtigen Aufschluß gibt. Er sperrte ein Völkchen mit leeren Tafeln ein und fütterte dasselbe mit Kandis, nachdem er vorher die Menge des Chylus, die der Darm einzelner Bienen enthielt, untersucht hatte. Nachdem die Bienen sechs Wochen lang eingesperrt waren, untersuchte er den Inhalt des Chylusdarms mehrer Bienen und konnte keine auffällige Abnahme des eiweißartigen Inhalts bemerken. Da die Bienen keinen Pollen verzehrt hatten, also kein neues Eiweiß gebildet sein konnte, so hatte sich demnach das Eiweiß sechs Wochen lang im Darm erhalten. Diese Beobachtung zeigt, daß die Bienen zu eigener Ernährung wenig Eiweiß gebrauchen, und sie wirft ein Licht auf die Thatsache, daß die Bienen Monate lang ohne Pollen leben und wochenlang die Brut versorgen können. Der große Vorrath von Eiweiß, der sich als Produkt früherer Verdauung im Chylusmagen der Bienen befindet, wird zu eigener Ernährung nur langsam aufgezehrt; er bildet ein Magazin, aus dem die Brut lange versorgt werden kann. Zu gleicher Zeit sperrte Dr. Dönhoff ein anderes Volk ohne Pollen ein und fütterte dasselbe stark mit Zuckerwasser, so daß die Königinn wieder zu legen anfing. Nachdem die aus den Eiern ausgekrochene Brut 14 Tage lang gefüttert worden war, untersuchte er den Inhalt des Chylusdarmes und fand ihn wässriger und auffallend weniger eiweißhaltig, als bei den Bienen des ersten Versuchsstockes.

Da der Futterbrei für die Bienenbrut aus dem Speisesafte der Bienen besteht und dieser aus verdautem Pollen und Honig gewonnen wird, so könnte Huber's Angabe, die Bienen hätten den Pollen unmittelbar den Larven zugeführt, ebenfalls als irrthümlich erscheinen. Dem ist aber nicht so; denn aus den Untersuchungen des Prof. Leuckart über die Ernährungsverhältnisse der Larven wissen wir, daß ihre Nahrung zunächst und vorzugsweise zwar aus Futterbrei bestehe, daß aber die der Arbeiter und Drohnen in den letzten Tagen ihres Larvenlebens mit Blumenstaub und Honig gefüttert werden. Man kann sich davon durch den Augenschein überzeugen, denn die gelbe Farbe des Pollens im Chylusmagen kann durch die Körperhülle mit unbewaffneten Augen erkannt werden. Die Zeit, wo die Pollennahrung bei den Arbeiter- und Drohnenlarven beginnt, ist dieselbe, in der sie anfangen, sich vom Boden der Zelle zu erheben, also etwa der sechste Tag des Larvenlebens. (Bienenzeitung, 1855, Seite 208 f.)

aber hörten sie auf, sie zu ernähren, ja, öfters rissen sie dieselben sogar aus ihren Zellen und schleppten sie aus dem Stocke.

Indem ich nicht wußte, welchem Umstande ich diese Laune beimessen sollte, suchte ich den Instinkt der Bienen von neuem anzuregen, indem ich ihnen andere Brut in Pflege gab; dieser Versuch blieb aber ohne Erfolg; die Bienen ernährten die neuen Larven nicht, obgleich sie Blumenstaub in ihren Magazinen hatten. Wir reichten ihnen Honig in der Hoffnung, ihnen dadurch ein naturgemäßeres Mittel zur Ernährung ihrer Jungen zu bieten; vergebens, die ganze Brut starb ab. Vielleicht konnten die Bienen den Futtersaft, die Nahrung der Larven nicht mehr bereiten. *) Hiervon abgesehen, schienen sie keine einzige ihrer Fähigkeiten verloren zu haben, sie waren gleich thätig und fleißig. Kurz, aus uns unbekannten Gründen entflohen sie insgesammt und kehrten nicht wieder zu ihrem Stocke zurück.

Welches nun auch die Ursache sein mochte, die der bei den zu lange mit Zucker genährten Bienen wahrgenommenen Abirrung des Instinkts zu Grunde lag, man wird nicht ohne Bewunderung erkennen, wie der Zuckerstoff in den Blüten auf eine Weise gemildert wird, daß er den Bienen keinen Nachtheil bringen kann. **) Indeß ist alles in der Natur ja für einen langen Gebrauch bestimmt, und die Elemente sind mit so großer Umsicht verbunden, daß sie niemals vereinzelt und mit der vollen Kraft wirken, die ihnen eigen ist.

Es ließe sich daraus erklären, daß Huber's Bienen solch sechstägige Larven vorfanden, die mit Pollennahrung versorgt werden mußten, und nicht säumten, ihre Bedürfnisse zu befriedigen, da ihnen die Mittel dazu geboten waren. K.

*) Da Huber in Angabe der näheren Umstände erwähnten eigenthümlichen Falles so unbestimmt ist, läßt sich der Grund davon nachträglich schwer ausfindig machen. Er hat das Alter der Bienen nicht angegeben, nicht einmal die Zeit näher bezeichnet, in welche der Versuch fiel. Vielleicht waren die gleichalterigen Bienen damals gerade in die Periode eingetreten, in welcher ihr Magen wegen einer Metamorphose, wegen der Häutung, kein Eiweiß enthielt und kein Blumenmehl aufnehmen konnte, um es von neuem zu bilden. In einem abnormalen Zustande war möglich, was im normalen nicht vorkommen kann. K.

**) Weil die Prämissen, von denen Huber ausging, nicht begründet sind, dürfen wir auch seine Schlußfolgerung nicht als bindend anerkennen. K.

III. Kapitel.

Vom Wabenbau.

Die große Aufgabe, welche uns die Bienen in ihrem bewunderungswürdigen Kunstbaue stellen, gehört nicht ausschließlich in das Gebiet der Mathematik, sie ragt auch in das der Physik, der Chemie und der Anatomie hinein. Doch sie alle reichen nicht aus, uns die gewünschten Aufschlüsse zu geben, wenn nicht auch die Naturgeschichte ihre Hand uns bietet, sie, welche die Sitten der Thiere beobachtet und alle die einzelnen Zustände ihres thätigen Lebens durchforscht. Die Naturgeschichte ist es, welche durch Lüftung des Schleiers die Wahrheit unter ihren mannichfaltigen Verhüllungen ausfindig machen und die anderen Wissenschaften auf die Bahn der ihnen zuständigen Untersuchungen hinleiten muß.

So haben wir, als wir nachwiesen, daß das Wachs eine thierische Sekrezion sei und sich aus dem Zuckergehalte des Honigs bilde, den Chemikern die Entscheidung überlassen, auf welche Weise diese Bildung erfolge, ob der Zucker als solcher oder einer seiner Grundstoffe sich in Wachs umwandle, oder ob er nur das Reizmittel einer besonderen Thätigkeit ist, und die Anatomen fordern wir auf, die betreffenden Organe, die uns entgangen sind, ausfindig zu machen.

Uns liegt es jetzt ob zu beobachten, wie die Bienen den unter ihren Ringen ausschwitzenden Stoff zum Bau

verwenden, ausfindig zu machen, welche Zubereitung sie demselben geben, um ihn in wirkliches Wachs zu verwandeln; denn dieser Stoff kommt nicht schon in seinem vollendeten Zustande aus den Organen hervor, auf denen er geformt wird, sondern unterscheidet sich noch in mehrfacher Beziehung von dem, was er nach seiner Verwendung ist. Er hat mit dem Wachse nur die Schmelzbarkeit gemein, ist zerreibbar und bröcklich und besitzt die Biegsamkeit noch nicht, welche ihm später eigen ist; noch ist er durchscheinend wie Talksteinblättchen, während das Zellenwachs undurchsichtig und gelblich weiß ist.

Auch müssen wir den Bienen ablauschen, wie sie die Wachsblättchen unter ihren Ringen wegnehmen, ihren darauf folgenden Arbeiten folgen, erforschen, wie sie die Böden ihrer Zellen, deren rautenförmigen Fazetten und aus Trapezen zusammengesetzten Ecksäulchen herrichten, und beobachten, wie sie es anfangen, daß der Boden einer jeden Zelle mit dem von drei anderen der entgegengesetzten Seite zusammenfällt, und wie sie ihren Wänden die geeignete Neigung zu geben wissen.

Wohl ließen sich über all diese Wunder recht geistreiche Vermuthungen aufstellen; will man aber den Hergang kennen lernen, so muß man ihn beobachten, nicht errathen. Gerade die einfachsten Mittel verhüllen sich oft vor unserm Geiste. Gewöhnlich wollen wir das Verhalten der Thiere nach unsern eigenen Fähigkeiten, nach unsern Einsichten und Mitteln erklären; aber das Wesen, welches ihren Instinkt leitet, entnimmt seine Gedanken nicht aus den engen Schranken, in denen wir uns bewegen, entnimmt sie Ideensphären, wo unsere gelehrtesten Berechnungen, unsere subtilsten Schlüsse die Beschränktheit unserer Natur verrathen müßten.

Aus den Hypothesen eines berühmten Schriftstellers *) kann man abnehmen, wie selbst die ausgebreitetsten Kenntnisse und die lebendigste Einbildungskraft ohne sorgfältige Beobachtung nicht ausreichen, die Kunst, womit die Bienen

*) Buffon. Vergl. S. 4 ff. K.

ihre Zellen aufführen, auf eine überzeugende Weise zu erläutern. Die größten Naturforscher scheiterten an dem Versuche, in dieses Geheimniß einzudringen. Reaumur, welcher der Wahrheit am nächsten gekommen ist, hatte nach einem Ueberblicke darüber geurtheilt, der zu flüchtig war, als daß er unsere Wißbegierde befriedigen und ihm selbst genügen gekonnt hätte; gesteht er ja doch selbst offen, daß er über diesen Gegenstand kaum etwas mehr, als Vermuthungen gebe. Hunter, dem scharfsinnigsten Beobachter unter den Neueren, ist es nicht gelungen, den Bienen die Verwendung der Wachsblättchen, die er unter ihren Ringen entdeckt hatte, abzusehen; durfte nun ich wohl hoffen, mit einem glücklicheren Erfolge mich gekrönt zu sehen, als Gelehrte, die mit so vollkommenen und in der Beobachtung der Natur so geübten Organen begabt waren?

Vielleicht haben die neuen Mittel, die ich anwendete, und wodurch unsere Anstrengungen unterstützt wurden, dazu beigetragen, einiges Licht über einen Gegenstand zu verbreiten, der meine größte Theilnahme anregte.

Vielleicht geht man von der Voraussetzung aus, daß die Bienen mit Werkzeugen begabt seien, welche den Winkeln ihrer Zellen entsprechen dürften, denn irgendwie muß man ihre Meßkunst doch zu erklären versuchen. Diese Werkzeuge können indeß keine andere sein, als etwa ihre Zähne, ihre Füße und ihre Fühler. Indeß zwischen der Form der Zähne der Bienen und den Ecken ihrer Zellen giebt es keine nähere Beziehung, als zwischen dem Meißel des Bildhauers und dem Werke, welches aus seinen Händen hervorgeht. Ihre Zähne (Taf. IV, Fig. **1**, **2**, **3**) sind in der That eine Art ausgehöhlter Meißel, in Form eines Hohlmeißels abgeschrägt, mit kurzem Stiele und durch eine hornige Gräte in zwei Längsfugen getheilt; ihre Schneide stößt nach oben unmittelbar und scharf aufeinander (Fig. **1**); ihre innere Seite bildet eine Art Hohlkehle, die durch eine vorspringende und mit langen und starken, vermuthlich zum Festhalten der Wachsbröckchen beim Wabenbau bestimmten Haaren besetzte Rippe getheilt ist (Fig. **2**, **3**). Stoßen die Zähne zusammen, so bilden sie einen scharfen, krummlinigen

Winkel, und der einwärtsgehende Winkel, den sie bilden, wenn sie auseinander treten, ist noch weniger offen. Hier begegnet man den Winkeln der Rhomben und Trapezen ihrer Zellen nicht.

Die dreieckige Form ihres Kopfes, der drei scharfe Winkel bietet, erklärt die Wahl dieser Figuren ebenso wenig; denn wollte man auch annehmen, daß einer derselben dem spitzen Winkel der Rauten entspräche, wo bliebe das Maß ihrer stumpfen Winkel?

Sollen wir in den Füßen der Bienen die Beziehungen zu den regelmäßigen Kunstbauten suchen, welche die Bienen auszuführen verstehen? Sie sind nicht anders wie die der meisten anderen Insekten gebildet (Taf. IV. Fig. 4); die Hüfte (a), der Schenkel (b), das Schienbein (c) und der Fuß oder Tarsus (d e).

Die drei ersten Theile zeichnen sich durch nichts vor denen der übrigen Hautflügler aus, mit Ausnahme des Schienbeins des dritten Fußpaares. Es ist dies das Stück mit Körbchenform, welches Reaumur die Palette nennt, und auf welchem die Bienen den Blumenstaub ballen (Fig. 4 und 5, C). Es ist dreieckig, glatt und der Länge nach mit einer Reihe Haaren besetzt, die sich über die äußere Oberfläche erheben; diejenigen der Basis erheben sich, wie er sagt, und krümmen sich nach dem oberen Theile des Schienbeins, so daß alle diese Härchen den Rand einer Art Körbchens bilden, dessen Boden die äußere Oberfläche der Palette darstellen würde.

Nächst der dreieckigen Palette ist der Tarsus das Bemerkenswertheste an den Füßen der Bienen. Das erste Gelenk ist immer bedeutend größer, als die folgenden und bei allen drei Paaren ganz anders gestaltet, als bei den übrigen Insekten derselben Ordnung (Fig. 4 und 5, d).

Dies erste Gelenk des Tarsus heißt die Bürste, nach dem bekannten Gebrauche dieses Theils, der dazu bestimmt ist, die über den Körper der sammelnden Biene verbreiteten Pollenkörnchen zusammenzubringen. Beim ersten Fußpaare ist es gestreckt, abgerundet und ganz behaart, und sämmtliche Haare sind nach der Fußspitze gerichtet. Beim zweiten

Fußpaare ist die Bürste oblong, von unregelmäßiger Gestalt, abgeplattet, außen glatt, nach innen dicht mit nach unten gekehrten Haaren besetzt und gerade in die Mitte des Schienbeins eingelenkt.

Die Bürste des dritten Fußpaars bietet mehre höchst beachtenswerthe Eigenthümlichkeiten dar, die um so beachtenswerther erscheinen, je mehr wir uns mit ihrem Gebrauche vertraut machen. Sie unterscheidet sich wesentlich von der des zweiten Fußpaars, die einzige Aehnlichkeit, die sie damit theilt, besteht darin, daß beide platt, außen glatt und nach innen stark behaart sind. Dagegen ist die Bürste des dritten Fußpaars (Fig 4 und 5, d) weit größer und von absonderlicher Gestalt. Auf den ersten Blick erscheint sie als rechtwinkliches Parallelogramm. Anfänglich bezeichnete man sie zum Unterschiede von der Palette, die ein Dreieck bildet, als das viereckige Gelenk; bei näherer Betrachtung erkannten wir jedoch, daß ihm die Gestalt nicht zukam, die man ihm beigelegt. Die beiden aufsteigenden Seiten sind nicht parallel, denn sie stehen nicht genau in gerader Linie und suchen mit einem ihrer Enden sich zu nähern. Die untere Seite ist leicht ausgeschweift, mehr noch der obere Theil, der nach auswärts als scharfer und vorspringender Zahn sich verlängert, während er sich am entgegengesetzten Ende in einem Bogen erhebt, um in seiner Verlängerung dem Schienbeine eingelenkt zu werden. Die Einlenkung ins Schienbein findet aber nicht in der Mitte desselben statt, wie bei den andern Fußpaaren, sondern die Verbindung wird am vordern Winkel desselben vollzogen, und da der untere Theil des Körbchens fast eine gerade Linie bildet, so bildet er mit dem obern Theile der Bürste eine förmliche Zange.

Reaumur, welcher die Beschreibung dieser beiden Stücke giebt, war es entgangen, daß sie sich von einander entfernen und einen Winkel bilden konnten, dessen Spitze durch ihre gemeinsame Einlenkung gebildet wird. Es war ihm entgangen, daß die Seite dieses Winkels, den das Ende des Körbchens bildet, auf ihrem äußeren Rande völlig glatt ist, und daß die Härchen, welche hier den Rand des

Körbchens herstellen, von den Seiten des Schienbeins ausgehen, daß diese langen Härchen sich gegen ihre Basis krümmen und in ihrer gegenseitigen Begegnung eine Art Bogen bilden. Ist aber der äußere Rand des Körbchens an dieser Stelle glatt, so ist er es nicht ebenso auch auf der entgegengesetzten Seite (Taf IV. Fig. 5). Hier findet man eine Reihe schuppichter Zähnchen, ähnlich denen eines Kamms, fast gerade, unter einander und mit der Fläche des Körbchens gleichlaufend, von gleicher Länge, sehr spitz und gegen die Oeffnung der Zange leicht gebogen. Sie entsprechen den Bündeln feiner Härchen, mit denen die Bürste in ihrem übereinstimmenden Theile besetzt ist.

Der schuppichte Vorsprung, den die Bürste an ihrem Ende bildet, ist etwas nach außen gebogen, und wenn die beiden Lippen der Zange sich einander nähern, paßt seine Spitze nicht genau auf den Rand des Körbchens, so daß sich dieselbe mit ihm kreuzen kann, wodurch die beiden Seiten der Zange sich in ihrer Ursprungsstelle nähern und die Zähnchen der einen in die Härchen der andern eingreifen können.

Diese Einrichtung ist zu auffällig, als daß sie nicht einen besondern Zweck haben sollte, und wirklich findet man an den Beinen der Drohnen und Königinnen nichts Aehnliches. Nur bei den Hummeln (bremus), eine den Bienen nahe verwandte, in ihren Sitten ihnen vielfach ähnliche Art, wiederholt sich dieselbe Organisazion. Wir werden bald sehen, zu welchem Gebrauche sie den Bienen gegeben ist; unverkennbar aber ist es, daß sie in keiner Weise zum Modell für die Winkel, unter denen sie die verschiedenen Theile ihrer Zellen vereinigen, dienen kann.

Außerdem besteht der Fuß noch aus drei kegelförmigen kleinen und einem langgestreckten Gliede, welches in zwei Paar Hakenkrallen endigt. Reaumur trennt mit Recht vielleicht das letzte Glied in zwei, von denen das eine kegelförmig und langgestreckt ist, das andere aber aus einem kleinen fleischigen Kolben und den Krallen, womit der Fuß bewaffnet ist, besteht.

Will man etwa den Fühlern der Bienen direkte

Beziehungen zu den geometrischen Formen der Pyramidalböden, deren Modell wir an den anderen Theilen des Bienenkörpers nicht haben ausfindig machen können, beilegen? Sie sind geknickt und bestehen aus zwölf Gliedern;*) die beiden ersten machen eine besondere Abtheilung aus, die auf ihrer Basis nach allen Seiten hin beweglich ist und der folgenden, aus zehn Gliedern bestehenden Abtheilung, gleichsam zum Stützpunkte dient. Das erste Glied des Fühlers ist kugelig, das zweite zilindrisch und sehr gestreckt, das dritte, welches das erste der zweiten Abtheilung ist, ist kegelförmig und sehr kurz, das zweite kegelförmig und sehr lang, die folgenden zilindrisch, und das letzte endet in eine abgestumpfte Spitze. Diese Einrichtung gestattet den Fühlern Bewegungen nach allen Richtungen hin; vermöge ihrer Biegsamkeit können sie dem Umrisse eines Gegenstandes folgen, vermöge ihrer Stellung Körper vom kleinsten Durchmesser umfassen und sich nach allen Seiten hin richten.

So können Fühler, Zähne und Füße der Bienen in keiner Weise als Vorbilder für den Zellenbau angesehen werden; wohl aber sind der doppelte Meißel, die Zange und der Zirkel, deren Stelle sie vertreten, Werkzeuge, die zu verschiedenem Gebrauche geeignet und zum Bau aller

---

*) Huber irrt in dieser Angabe, die Fühler der Arbeitsbienen bestehen aus dreizehn Gliedern. Ratzeburg äußert über die Bestimmung der Fühlerglieder: »Es ist in der That nicht ganz leicht, über die Anzahl der Fühlerglieder ins reine zu kommen, das sieht man aus den verschiedenen Zählungen verschiedener Schriftsteller. Treviranus verwirft Swammerdam's und Reaumur's allerdings unrichtige Zählungen, irrt aber selbst, wenn er allen drei Individuen 13 Glieder zuerkennt. Latreille giebt den Drohnen und Arbeitern nur zwölf, den Königinnen dreizehn. Wir fanden nur die Zählungen von Kirby und Spence richtig, nach denen die Königinnen vierzehn, die Drohnen und Arbeiter dreizehn Glieder haben.« Kirby theilt die Fühler zweckmäßig in Wurzelglied (radicula), Schaft (scapus), Stielchen (pedicellus) und Geißel (apex) ein. Die Zählung der Fühlerglieder habe ich nicht schwer finden können. Wurzelglied, Schaft und Stielchen, welches Schaft und Geißel mit einander verbindet, springen leicht in die Augen. Das erste Glied der Geißel, welches sich an das Stielchen anschließt, ist zwar mit dem zweiten, sehr kurzen, gewöhnlich so innig verbunden, daß es bei oberflächlicher Beobachtung selbst bei starker Vergrößerung mit jenem nur eins auszumachen scheint; man braucht den Fühler jedoch zwischen den Objektgläsern nur zu drücken oder zu schieben, um die Trennung klar zu sehen. K.

Theile einer Zelle geschickt sind. Ihre Wirkung hängt lediglich von dem Gegenstande ab, den die Biene sich vorsetzt.

Wenn ein Arbeiter kein Modell hat, nach welchem er arbeitet, wenn die Patrone, wornach er jedes Stück behaut, nicht außer ihm und von der Beschaffenheit ist, daß sie in seine Sinne fällt, so muß man irgend welche Intelligenz bei ihm voraussetzen.

Man könnte auch voraussetzen, daß die Wachsblättchen mit der entsprechenden Form für den Gebrauch, wozu sie bestimmt sind, gleich unter den Ringen hervorgehen; indeß wir wissen bereits, daß die Form der Wachsblättchen ein unregelmäßiges Fünfeck ist, welches weder mit den Trapezen, noch mit den Rauten, aus denen die Zellen zusammengesetzt sind, im Einklange steht.

Indem Hunter die Wahrnehmung machte, daß die Dicke der Böden mit der der Wachsblättchen ungefähr übereinstimmte, war er der Meinung, daß die Bienen sie ohne weiteres verwenden müßten und sie über einander legten, um die Wände zu bilden, deren Dicke beträchtlicher schien. Daraus folgte zugleich, daß die Bienen befähigt sein müßten, die Wachsblättchen zuzurichten und sie in regelrechter Form aufzuführen. Das waren aber nur Vermuthungen, und eine so verwickelte Frage zu lösen, dazu waren Thatsachen erforderlich.

Reaumur hatte mit seinen Glasstöcken das Geheimniß des Wabenbaus nicht entdeckt; er glaubte, man könne, auch ohne Zeuge der Arbeit der Bienen zu sein, sich eine zutreffende Vorstellung von ihren Vorrichtungen machen; dieser Irrthum beraubte ihn aber des Vergnügens, das wunderbarste Werk ausführen zu sehen, welches Insekten überhaupt uns vor Augen stellen. Ich dagegen hielt es für unerläßlich, die Bienen auf der That zu ergreifen, um hinter das Geheimniß ihrer Baukunst zu kommen, und sah mich deßhalb nach geeigneteren Mitteln, als mein Vorgänger angewandt hatte, um, meine Absichten zu verwirklichen.

Vielleicht hält man es für zureichend, Glasstöcke zu halten, und die Bienen anhaltend und aufmerksam zu

beobachten, um ihren Bau von Anfang bis zu Ende zu verfolgen; aber die Arbeit ihres Baus wird unserm Auge beständig durch eine mehre Zoll dicke Bienengruppe versteckt. In diesem Haufen, in dichter Finsterniß, führen sie ihre Waben auf; mit ihrem Anfange werden sie an die Decke des Stocks befestigt, je nach der Zeit ihrer Errichtung mehr oder weniger dem Boden des Stocks genähert und ihr Durchmesser im Verhältniß zu ihrer Länge vergrößert.

Ich erkannte die Nothwendigkeit, die erste Anlage der Waben unter meinen Augen vollziehen zu lassen. Wie aber sollte ich mit meinen Blicken den dichten Haufen so vieler Bienen durchdringen; wie konnte ich hoffen, in das von so zahllosen Stacheln und so muthigen Wächtern vertheidigte Allerheiligste einzudringen! Vor allem mußte ich darum ein Mittel ausfindig machen, den oberen Theil des Stocks durchsichtig zu machen; denn hier gerade ging die Arbeit vor sich, die ich genauer ins Auge zu fassen wünschte. Ich ersann zu dem Ende eine besondere Vorrichtung, die ich indeß, von der Erfahrung belehrt, verschiedentlich umgestalten mußte. Ich nahm eine große Glasglocke, die mir für diesen Versuch die gewöhnlichen Stöcke vertreten sollte; sie wich in ihrer Form nicht eben von einer Strohstülpe ab. Ich hatte indeß nicht vorgesehen, daß sich die Bienen an der glatten Wölbung der Glasglocke nicht in Traubenform aufhängen konnten. Zwar klammerten sich einige am Glase an, konnten aber das Gewicht derer nicht tragen, die sich an ihren Beinen aufzuhängen versuchten. Ich mußte deßhalb diese schlau erdachte Vorrichtung aufgeben, entfernte mich jedoch möglichst wenig von meinem ursprünglichen Plane.

Es war mir klar, daß den Bienen nur der Stützpunkt fehlte, um ihre Arbeit beginnen zu können, ich machte deßhalb den Versuch, ihnen einen solchen vermittelst einiger dünner Krummhölzer, die ich in angemessenen Entfernungen von einander an die Wölbung der Glasglocke ankitten ließ, zu verschaffen; ich dachte, sie würden in den Zwischenräumen der Stützen arbeiten, und nichts werde mich an

der Beobachtung ihrer Unternehmungen hindern. Sie kümmerten sich jedoch nicht um meine Voraussetzungen, sondern bauten ihre Zellen gerade unter die Leisten, die ich ihnen gegeben hatte; trotzdem war mir diese Vorrichtung doch nicht ohne Nutzen.

Wir faßten in diesen Stock einen Schwarm von einigen tausend Arbeitsbienen, ein paar hundert Drohnen und einer befruchteten Königinn. Die Bienen stiegen sogleich in ihrer Wohnung auf; die zuerst aufgestiegenen hingen sich an die Holzleisten unter der Wölbung und klammerten sich mit den Krallen ihrer Vorderfüße an denselben fest; andere krochen an den Wänden hinauf und vereinigten sich mit ihnen, indem sie sich mit ihren Vorderfüßen an den Hinterfüßen der ersteren festhakten. So bildeten sie Ketten, die mit den beiden Enden an der Wölbung der Glasglocke befestigt waren und den Bienen, die sich mit dem Haufen verbinden wollten, als Brücken oder Leitern dienten. Das Ganze bildete eine Traube, deren Ende fast bis auf den Boden des Stocks herabhing und die Form einer gestürzten Pyramide oder eines umgekehrten Kegels hatte, dessen Basis gegen die Wölbung der Glocke gerichtet war.

Die Fluren spendeten damals gerade wenig Honig; uns aber lag daran, daß der Gegenstand unserer Beobachtung nicht zu weit hinausgerückt werde, da wir den Stock keinen Augenblick verlassen durften, ohne Gefahr zu laufen, die Gelegenheit, die Waben in ihren Anfängen entstehen zu sehen, verlieren zu können; überließen wir aber die Bienen ihrem Naturzustande, so konnte es geschehen, daß wir Tage lang auf den Beginn der Arbeit lauren mußten. Um deßhalb ihre Arbeiten zu fördern, fütterten wir die Bienen mit Zuckersyrup.

In großen Zügen ließen sie sich auf das Futtergeschirr, in welchem das Futter eingestellt war, herab, sogen sich voll und kehrten zu den pyramidalen Haufen zurück. Unmittelbar darauf setzte uns dieser Stock durch den Anblick in Verwundrung, den der Gegensatz der starren Unbeweglichkeit, in welche die Bienen damals verfielen, mit der Beweglichkeit, die ihnen sonst eigen ist, darbot. Alle äußere Seiten

der Traube vertraten die Stelle eines Vorhanges, der nur von den Wachsbienen gebildet wird; indem sich diese anklammerten, bildeten sie eine Menge Gehänge, die sich in allen Richtungen kreuzten, und in denen die meisten Bienen dem Beobachter den Rücken zukehrten. Dieser Vorhang hatte keine andere Bewegung, als diejenige, welche er durch die inneren Schichten erhielt, deren Bewegungen sich bis zu ihm erstreckten.

Die kleinen Bienen schienen indeß ihre ganze Thätigkeit beibehalten zu haben, sie allein flogen aus, trugen Blumenstaub ein, hielten Wache am Thore, reinigten die Wände des Stocks und überzogen sie mit dem wohlriechenden Harz, welches unter dem Namen Propolis bekannt ist, die Wachsbienen dagegen blieben wohl funfzehn Stunden lang unbeweglich. Der Vorhang bestand immer aus denselben Individuen, und wir überzeugten uns, daß sie durch andere nicht ersetzt wurden. Nach einigen Stunden schon bemerkten wir, daß fast sämmtliche Wachsbienen Wachsblättchen unter ihren Ringen hatten, und am andern Morgen war diese Erscheinung noch allgemeiner. Die Bienen, welche die äußeren Schichten des Haufens ausmachten, hatten ihre Stellung in etwas verändert; man konnte deutlich die Bauchseite sehen. Die Blättchen, welche ihre Ringe überragten, ließen diese weiß eingefaßt erscheinen. Der Vorhang war an einigen Stellen zerrissen, und es herrschte nicht mehr dieselbe Ruhe im Stocke.

Jetzt richteten wir unsere ganze Aufmerksamkeit auf die Wölbung der Glocke in der festen Ueberzeugung, daß die den Wabenbau betreffenden Arbeiten im Mittelpunkte der Traube vor sich gehen müßten und nicht länger hinausgeschoben werden könnten. Die Grundfläche der Basis war ganz unverhüllt; deutlich sahen wir die ersten Glieder sämmtlicher Ketten, die von der Wölbung herabhingen. Die konzentrischen Schichten, welche die Bienen zu bilden schienen, und die von allen Seiten gleichmäßig zusammen gedrängt wurden, ließen keinen Zwischenraum frei; aber die Szene sollte sich ändern, und wir Zeugen sein.

Wir sahen eine Arbeitsbiene sich von einer der Ketten

im Mittelpunkte abtrennen, sich durch den Haufen drängen, indem sie ihre Gefährten auf die Seite schob, mit Kopfstößen die Bienen, welche die Spitze der Ketten in der Mitte der Glasglocke bildeten, vertreiben und, im Kreise sich drehend, einen freien Raum öffnen, in welchem sie sich ungehindert bewegen konnte. Hierauf hing sie sich im Mittelpunkte des Feldes auf, welches sie aufgeräumt hatte, und dessen Durchmesser zwölf bis dreizehn Linien austragen mochte.

Nun sahen wir sie eins der Wachsblättchen ergreifen, welche ihre Ringe überragten (Taf. IV. Fig. 8); zu dem Ende näherte sie eins der Hinterbeine ihrem Bauche, drückte es fest an ihren Körper, öffnete die Zange, die ich beschrieben, schob den Zahn der Bürste geschickt unter das Blättchen, welches sie hervorziehen wollte, schloß das Werkzeug, nahm das Wachsblättchen aus der Tasche, in welcher es eingeschlossen war, faßte es mit den Krallen ihrer Vorderfüße, um es zum Munde zu führen (Taf. IV. Fig. 7 und 8).

Jetzt hielt die Biene das Blättchen in senkrechter Lage, und wir sahen, daß sie es mit Hülfe der Krallen ihrer Vorderfüße, welche es am unteren Ende festhielten und ihm die geeignete Richtung geben konnten, zwischen den Zähnen drehte. Der zurückgeschlagene Rüssel diente ihm als Stützpunkt, und indem er sich wechselweis hob und senkte, trug er dazu bei, daß der ganze Rand des Blättchens durch die Schneide der Zähne hindurchgehen mußte, wo er im Umsehen zerstückelt und zerkrümelt wurde. Die Wachstheilchen, welche abgetrennt waren, geriethen alsbald in die doppelte, mit Haaren umsäumte Höhlung, die ich bei der Beschreibung der Zähne näher bezeichnet habe. Indem diese Bröckchen von andern frisch zerkäuten gepreßt wurden, traten sie seitwärts wieder aus dem Munde heraus und gingen aus dieser Art Ziehbank in Form eines sehr schmalen Bändchens hervor.

Hierauf wurden sie der Zunge zugeführt; diese hüllte sie in eine schaumige, breiige Flüssigkeit ein und nahm dabei die verschiedensten Formen an, bald plattete sie sich

ab, wie ein Spatel, bald gestaltete sie sich zu einer Maurerkelle, welche das Wachsbändchen verarbeitete, und dann wieder erschien sie als spitzer Pinsel.

Nachdem die Zunge das Wachsband mit ihrer Flüssigkeit ganz überzogen hatte, drückte sie es nach vorn und brachte es zum zweiten Male auf dieselbe Ziehbank, aber in der entgegengesetzten Richtung. Die Bewegung, die sie ihm mittheilte, brachte es gegen die scharfe Spitze der Kiefer, und wurde in dem Verhältnisse, wie es durch ihre Schneide ging, von neuem zerkäut. Schließlich klebte die Biene diese Wachstheilchen an die Glockenwölbung an. Der Leim womit sie dieselben getränkt hatte, erleichterte die Befestigung; von denen, die noch nicht verarbeitet waren, trennte sie dieselben mit ihren Zähnen und brachte sie dann mit der Spitze derselben Instrumente in die Richtung, welche sie ihm geben wollte.

Die Flüssigkeit, welche sie unter das Wachs mischte, gaben diesem eine Weiße und eine Undurchsichtigkeit, die es beim Hervorkommen aus den Ringen noch nicht hatte; der Zweck dieser Mischung war zweifelsohne kein anderer, als dem Wachse die Dehnbarkeit und Zähigkeit zu geben, die es nach seiner Verarbeitung besitzt.

Die grundlegende Biene, wie sie mit Recht genannt werden darf, setzte dieses Verfahren so lange fort, bis sämmtliche Wachstheilchen, die sie zerkäut und mit der weißlichen Flüssigkeit geschwängert hatte, an die Wölbung angeklebt waren; darauf fuhr sie fort, den Rest des Blättchens, welches sie während der Befeuchtung des Bändchens entfernt gehalten hatte, zwischen den Zähnen zu drehen. Der Rest, welcher das erste Mal nicht an die Reihe gekommen war, wurde auf dieselbe Weise verarbeitet. Die Arbeiterinn klebte einige weitere, so zugerichtete Theilchen unter die Decke, fügte andere unter und neben die ersteren und endete erst dann, als das Material, welches dieses Blättchen ihr liefern konnte, verbraucht war.

Ein zweites und drittes Blättchen wurde von derselben Biene in Angriff genommen; indeß war das Werk erst roh entworfen, es bestand aus dem Material, welches in jede

Form gebracht werden konnte. Die Arbeiterinn gab sich nicht die Mühe, die aneinander gefügten Wachstheilchen auch zusammenzupressen, es genügte ihr schon, daß sie nur zusammenhingen, und dazu bedurfte es keiner Anstrengung.

Die grundlegende Biene verließ nun den Platz und verlor sich unter ihren Gefährtinnen; es folgte ihr eine andere, ebenfalls mit Wachsblättchen unter ihren Ringen, und hing sich an derselben Stelle auf, wo ihre Vorgängerinn das Werk so eben begonnen hatte; vermittelst ihrer Hinterbeine zog sie eins ihrer Wachsblättchen hervor, brachte es zwischen ihre Zähne und machte sich dann an die Fortführung des angefangenen Werks.

Sie verwandte übrigens die zerkäuten Wachstheilchen nicht aufs Gerathewohl, sondern ließ sich von dem kleinen Leistchen, welches ihre Vorgängerinn entworfen hatte, leiten, denn sie legte das ihrige in derselben Richtung an und verband es genau mit ersterem. Eine dritte Arbeiterinn machte sich von den inneren Gehängen der Traube los, hing sich an der Decke auf, verwandelte einige ihrer Blättchen in einen weichen Kuchen und reihte das Material, worüber sie zu verfügen hatte, demjenigen an, welches ihre Gefährtinnen bereits zusammengebracht hatten; es war aber nicht in derselben Weise geordnet, sondern bildete mit dem ersteren einen Winkel. Eine andere Biene nahm das wahr, trug vor unsern Augen den falschen Bau wieder ab, und reihte ihn dem ersteren in der begonnenen Anordnung an und folgte genau der ihr vorgezeichneten Richtung. Durch diese Arbeiten entstand eine Wachsleiste mit unebener Oberfläche, die perpendikulär von der Wölbung herabhing. An dieser ersten Arbeit der Bienen nahm man keinen Winkel, keine Spur von einer Zellenform wahr; es war eine einfache gradlinige Wand ohne die geringste Biegung, ihre Länge betrug sechs bis sieben Linien und ihre Dicke machte etwa zwei Drittel des Durchmessers einer Zelle aus, verjüngte sich aber nach den Kanten hin. Andere Blöcke haben wir zwölf, ja achtzehn Linien lang gefunden, deren Form stets dieselbe war; dicker haben wir sie nie angetroffen.

Der freie Raum, der sich im Mittelpunkte der Traube gebildet hatte, gestattete uns einen Einblick in die ersten Arbeiten der Bienen und in ihr Verfahren, den Grund zu ihrem Bau anzulegen, doch füllte sich derselbe schneller, als uns lieb war; auf beiden Seiten des Blocks drängten sich die Bienen zusammen, und der Schleier verdichtete sich so sehr, daß man ihren Arbeiten nicht mehr folgen konnte.

Konnten wir mit dieser Vorrichtung auch nicht alles entdecken, was wir gern kennen gelernt hätten, so gewährte sie uns doch die Befriedigung, Reaumur Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, welcher das Wachs in Breiform aus dem Munde der Bienen glaubte hervorkommen gesehen zu haben; das war zweifelsohne jene weißliche, schaumige Flüssigkeit, womit sie die Wachsblättchen anfeuchten, um ihnen die Eigenschaften mitzutheilen, welche sie in ihrem Ursprunge noch nicht besitzen, und die er für Wachs gehalten hatte. Diese Beobachtung, welche uns mit dem Grunde bekannt macht, auf welchem die Meinung dieses Naturforschers beruhte, löſ'te eine der größten Schwierigkeiten bezüglich des von uns behandelten Gegenstandes, denn ich konnte mir nicht verhehlen, daß ich, bevor ich eine von einem so scharfsinnigen Naturforscher aufgestellte Thatsache unter die Irrthümer verwies, nachweisen mußte, wie er in diesen Irrthum verfallen konnte.

IV. Kapitel.

Vom Wabenbau.

Fortsetzung.

Erste Abtheilung.

Die Naturgeschichte führt uns keine Erscheinung vor, wobei man sich mehr geneigt fühlt, die Endursachen zu erforschen, als beim Wabenbau der Bienen. Die Ordnung und das Gleichmaß, welche in ihren Waben herrschen, scheinen an sich schon zu diesen Untersuchungen einzuladen, die Herz und Geist zugleich ansprechen.

Für jetzt will ich nicht untersuchen, ob mit der Aufstellung dieser Endursachen nicht Mißbrauch getrieben, und der Natur nicht zu engherzige Rücksichtnahmen untergelegt sind, indem man den Bienen eine so strenge Sparsamkeit zuschrieb. Ebenso wenig will ich darüber entscheiden, ob das schöne, von König, Kramer, Maraldi gelös'te Problem auf die Arbeiten der Bienen so streng anzuwenden steht, oder ob man nicht vielmehr, wenn es sich um Handlungen von Thieren handelt, einen größeren Spielraum frei geben muß, als es bei Gegenständen der Physik gerade erforderlich ist. Die Berechnungen der jüngeren Mathematiker scheinen sich dem freien Gedanken des Schöpfers williger zu beugen, indem sie bei dem von den Bienen innegehaltenen Plane die Ersparniß nur als eine Rücksicht untergeordneten Ranges betrachten.

Es gab in der That eine andere weit wichtigere Bedingung, welche die Bienen im Auge behalten müssen, die aber nicht erfüllt werden könnte, wenn die Kunst, die sie zum Erbtheile empfangen haben, auf diejenige beschränkt worden wäre, woraus man ihnen ein so großes Verdienst gemacht hat.

Als ich die Untersuchungen, deren Erfolge ich sogleich mittheilen werde, anstellte, ahnte ich auch im entferntesten nicht, daß sie mich zu ganz neuen Resultaten über den Wabenbau führen würden.

Ausgezeichnete Beobachter hatten daraus ein besonderes Studium gemacht und schienen die Theorie über die Pyramidalböden festgestellt zu haben. Schon ihr von den Bienenzüchtern so oft genannter Name schien die über diesen Punkt angenommenen Vorstellungen geheiligt zu haben, und ich konnte mir's nicht einfallen lassen, daß die Entdeckung wichtiger, bis dahin übersehener Thatsachen aus einer einem schlichten Landmanne gegebenen Unterweisung resultiren könnte.

Die merkwürdigsten Entdeckungen indeß sind nicht immer diejenigen, welche die meiste Zeit und Anstrengung in Anspruch genommen haben. Ein fast zufällig auf die Basis frisch erbauter Waben geworfener Blick überzeugte uns, daß man die Einzelheiten ihres Baus noch keineswegs gründlich genug studirt habe. Die Abweichungen, die sie uns zeigten, schienen uns von hoher Wichtigkeit zu sein. Um jedoch die Züge entwerfen zu können, von denen ich glaube, daß sie uns den Schlüssel zum Wachsbau der Bienen geben müssen, will ich mit wenig Worten die gewöhnliche Anordnung der Zellen ins Gedächtniß zurückrufen.

Die Zellen, die jedem bekannt sein werden, bestehen aus zwei Theilen, dem sechseckfäuligen Rohr und dem Pyramidalboden, womit es endet (Taf. V. Fig. **1**). Letzterer (b c d g), den man als den zartesten und wesentlichsten Theil des ganzen Werks ansehen mag, ist aus drei gleichen Rautenvierecken, die in einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte zusammenstoßen und unter einem bestimmten Winkel sich

gegen einander neigen, so daß sie eine leichte Vertiefung bilden, zusammengesetzt.

Während diese drei Stücke an der einen Seite der Wabe eine Vertiefung hervorbringen, bilden sie auf der anderen eine Hervorragung (Fig. 2). Hier erscheinen dieselben Stücke, jedes für sich, mit zwei anderen gleichen Stücken verbunden, die durch ihre Neigung mit ihnen ebenso viele Pyramidenböden herstellen. So kommt es, daß jede Zelle sich durch die Gemeinschaftlichkeit des Bodens theilweise an drei andere Zellen anlehnt.

Auf dem Rande jedes pyramidalen Bodens (Fig. 1) erhebt sich ein eckfäuliges Rohr, dessen sechs Wände an dem Ende, wo die Oeffnung der Zelle sich befindet, in einem rechten Winkel abgeschnitten sind, am anderen Ende aber sind sie so zugerichtet, daß sie sich an die winkligen Umrisse des Pyramidenbodens anschließen können.

Diese Zellen erfüllen durch ihre Form und Verbindung vielleicht alle Bedingungen, die man an die Arbeit der Bienen zu stellen sich berechtigt hält. Sind dieselben aber auch geeignet, sich mit der erforderlichen Festigkeit dem Theile des Stocks anzupassen, welcher den Waben zum Stützpunkte dient? Das ist eine nicht unwichtige Frage, und doch hat man sie ganz unbeachtet gelassen.

Eine einfache Abbildung (Fig. 3) zeigt zur Genüge, daß aneinander gelegte Sechseckfäulchen die Decke nur mit einer einzigen ihrer Kante berühren können und zwischen sich beträchtliche Lücken lassen müssen. Die Waben müssen indeß stark befestigt werden.

Diese Bedingung war so nothwendig, daß die Natur sich dieselbe zu zwei bestimmten Zeiten, so zu sagen, zum Gegenstand ihrer besonderen Sorgfalt gemacht hat. Einmal bei der Gründung der Waben, dann, wenn die Vorrathskammern zu sehr angefüllt sind, um sie den schwachen Stützen eines zerbrechlichen Materials anvertrauen zu können.

Durch welche Vorkehrungen die Bienen aber für die Festigkeit ihres Baues sorgen, zeigten uns folgende Beobachtungen.

Als unsere Aufmerksamkeit sich, wie ich vorhin mitgetheilt habe, der Grundlegung der in einem frisch besetzten Stocke erbauten Waben zuwandten, wurden wir durch den Anblick überrascht, den die erste Zellenreihe bot, mit welcher die Tafel an der Decke des Stocks befestigt war. Sie unterschied sich von den unteren Reihen durch so auffällige Besonderheiten, daß wir uns verpflichtet hielten, sogleich eine große Anzahl Waben zu untersuchen, um Vergleiche anzustellen. Wir fanden in der That, daß frisch gebaute Waben immer denselben Gegensatz zwischen den Zellen der Befestigungsreihe und denen, woraus der übrige Kuchen bestand, aufwiesen. So erwies sich das, was uns anfänglich eine Abweichung zu sein schien, als eine allgemeine Regel (Taf. V. Fig. **11**).

Da der obere Theil der Waben in den Glasstöcken immer durch den Rähmchenrand theilweise verdeckt wurde, so mußte ich mir sagen, daß sie für die Beobachtungen, die ich anzustellen gedachte, nicht eben günstig sein würden, und fühlen, daß wir über das Bienenwerk frei mußten verfügen und die Bienen, deren Wachsamkeit lästig werden konnte, entfernen können. Es kam alles darauf an, daß ihr Werk, namentlich aber die Zellen der oberen Reihe, die unsere Aufmerksamkeit besonders reizten, unverletzt erhalten wurden. Deßhalb ließ ich die Waben, die ich der Untersuchung unterwerfen wollte, aus meinen Blätterstöcken entnehmen; sie blieben in den Rähmchen, in denen sie aufgeführt waren, denn nur so konnten wir unsere Absicht erreichen. So war uns die Möglichkeit geboten, über Form und Verbindung der Zellen der ersten Reihe ein begründetes Urtheil zu fällen.

Ihre Mündung hatte keinen sechseckigen Rand, sondern bildete ein unregelmäßiges Fünfeck (Fig. 4*). Eine horizontale, durch die Decke des Stocks gegebene Linie, zwei zu dieser senkrecht stehende und zwei unter einem stumpfen Winkel gegen die horizontale sich neigende Linien machten den Umriß der Zelle aus, so daß das Wachsrohr nur aus vier Stücken, aus zwei senkrechten und zwei geneigten zusammengesetzt war. Die Decke bildete die fünfte Seite.

Das waren nicht die klassischen Formen, an die wir gewöhnt waren. Wir wollten sehen, ob die Zellenböden der Bildung der Zellenränder entsprächen, und um das genauer beurtheilen zu können, schnitten wir die Röhrchen bis fast auf den Grund ab, und überzeugten uns nun, daß ihre Böden sich von denen der gewöhnlichen Zellen wesentlich unterschieden.

Wir hatten nur die Wand stehen lassen, welche die Zellen der beiden Wabenseiten trennt (Fig. 4 u. 5). Diese zeigte wechselweis winklige Vorsprünge und Vertiefungen, und da sie von fast gleicher Dicke war, so bildete das, was auf der einen Seite Vorsprung, auf der andern eine Vertiefung.

Auf der einen Seite indeß war der Boden jeder Zelle der ersten Reihe aus drei Stücken zusammengesetzt, während sich auf der andern nur zwei fanden, was daher rührte, daß diese abwechselnd sich gegenüberstehenden Zellen unter sich nicht gleich waren. Das verlangt indeß eine genauere Auseinandersetzung.

Von den drei Stücken, welche den Zellengrund der ersten Reihe der einen Seite bilden, die wir die vordere nennen wollen, hatte nur eins die Rhombenform, die beiden andern waren unregelmäße Vierecke, Trapeze (Fig. 6, a b), die mit ihrer kleinsten Seite an der Decke des Stocks befestigt waren und senkrecht herabhingen. Ihre vertikalen Seiten waren parallel, aber die eine war kürzer, als die andere; an der kürzeren Seite waren die beiden unregelmäßigen Vierecke unter einem stumpfen Winkel zusammen verbunden. Die vierte oder untere Seite jedes dieser Stücke war abgeschrägt, und zwischen diesen abgeschrägten Seiten der beiden Trapezen war die Raute (c), welche diese Vertiefung abschloß, zum Theil eingefügt. Der Grund ihrer Neigung sprang ins Auge; die Spitze ihres einen stumpfen Winkels lag unter der Vereinigungslinie der beiden Trapezen, während die ihrer spitzen Winkel am untern Ende der langen Seite eben derselben Trapezen und folglich ein wenig tiefer lagen. Aus dieser Anordnung folgt, daß die Raute dieselbe Neigung wie die unteren Seiten der Trapezen haben muß. (Fig. 8).

Die Zellenböden derselben Reihe auf der gegenüberliegenden Wabenseite bestanden nur aus zwei Trapezen (Fig. 9), denen ähnlich, welche zum Theil den Boden der beschriebenen Zellen bildeten; sie schienen bloß anders gestellt, da sie am Boden der Zellen mit ihrer längsten Seite verbunden waren. Sonst war der Winkel, den sie mit einander bildeten, dem ganz gleich, unter welchem die Trapezen der Vorderseite sich vereinigten; doch gehörten diese beiden Stücke nicht zu einer einzigen Zelle der vorderen Seite, sondern lehnten sich an zwei anstoßende Zellen, so daß die Zellen dieser Seite mit ihrem Boden nur mit zwei Zellen korrespondiren konnten, wogegen die der ersten oder vorderen Seite, da sie ein Stück mehr haben, mit dreien korrespondirten (Fig. 14 u. 15; die Raute c nämlich, welche sie besaßen, lehnte sich an den Zwischenraum zweier Zellen der hinteren Seite, und an das erste Stück der Zellen der zweiten Reihe, die ihrerseits aus drei Rauten zusammengesetzt sind.

Durch diese höchst einfache Anordnung wurde die Festigkeit der Wabe hinreichend gesichert, denn sie war mit der möglich größten Zahl von Berührungspunkten an der Decke des Stocks befestigt.

Man erkennt noch einen weiteren Zweck dieser Anordnung in dem Einflusse, den die erste Reihe durch ihre Zusammensetzung auf die Bildung der Zellen mit Pyramidenböden ausüben kann. Doch davon hier nur Weniges; diejenigen, welche tiefer in die Sache eingehen wollen, verweise ich auf die Note am Schlusse dieses Kapitels.

Indem die Raute am Grunde der Zellen der obersten Reihe der vorderen Seite eine durch ihre Stellung zur untern Seite der Trapezen, deren Neigung sie sich anschließt, bestimmte Richtung erhält, und sie zugleich zu einem Pyramidenboden der andern Seite gehört, so ist dessen Neigung theilweise schon gefunden, denn wenn man zwei gleiche Stücke unter die Raute anfügt, so müssen sie selbstverständlich dieselbe Neigung erhalten und auf der Rückseite ebenfalls einen Pyramidenboden bilden.

Die Pyramidenböden der Vorderseite müssen natürlich

ihren Ursprung in der Raute der Rückseite haben. So scheinen die Eigenschaften der Pyramidenböden aus der Anordnung der Zellen der ersten Reihe von selbst zu folgen.

Zweite Abtheilung.

Arbeiten der Bienen beim Ausarbeiten der Zellen der ersten Reihe.

Die Einzelheiten über die Anlage der Zellen der obersten Reihe, die wir im Vorstehenden gegeben, schienen ein stufenweises Fortschreiten in den Arbeiten der Bienen anzudeuten, wenngleich ich über ihr Verfahren nur erst noch Vermuthungen aufstellen konnte.

Wollte ich mir eine vollständigere Vorstellung davon machen, so mußte ich die Bienen auch den Grund zu ihren Waben legen und sie Zellen einer von der bis jetzt beobachteten so verschiedenen Ordnung aufführen sehen; ich mußte ihnen vorzugsweise in der Ausführung der Pyramidenböden folgen, die nicht minder die Gewandtheit des Arbeiters, als die Geschicklichkeit des Baumeisters offenbaren. Hier war die Natur auf der That zu ergreifen und der Instinkt in seiner vollkommensten Entwicklung zu beobachten.

Seitdem sich vor unsern Augen neue Wahrheiten entfaltet hatten, die ganz dazu geeignet waren, uns auf der zu betretenden Bahn zu leiten, schien eine lebhaftere Spannung sich unserer bemächtigt zu haben, und trotz der mannichfaltigsten Schwierigkeiten, die sich unsern Bemühungen entgegenstellten, verloren wir doch den Muth nicht.

Wie ich schon nachgewiesen habe, war es unmöglich, den Arbeiten der Bienen inmitten der Traube, welche die mit der Bauarbeit beauftragten Arbeiter einschließt, zu folgen. Was half's, daß es mir gelungen war, die Basis des Bienenhaufens, der sich an der Wölbung des Stocks

zusammendrängte, zu erhellen? Ihre zahllose Menge hatte mir nur einen Blick in die Anfänge ihres Bauwerks gestattet. Den Versuch, bloß eine Handvoll Bienen einzuschlagen, konnte ich gar nicht machen wollen, da ich ja wußte, daß sie sich nur in größerer Anzahl vereint ans Werk machen. Ihre Vertreibung von den Waben während der Arbeit hätte mich ebenso wenig zum Ziele führen können; wollte ich ja doch nicht den stufenweisen Fortgang ihrer Arbeit beobachten, sondern sie in ihrer Arbeit selbst belauschen.

Nachdem ich lange über die Mittel nachgesonnen hatte, welche mir die Gewohnheiten der Bienen selbst an die Hand geben könnten, aber keins gefunden hatte, welches meinen Absichten völlig entsprochen hätte, kam ich auf den Einfall, gerade diesen Gewohnheiten in gewissen Beziehungen in den Weg zu treten, in der Hoffnung, daß sie den Eingebungen des Instinktes unter neuen Verhältnissen sich fügen, uns einige Spuren der ihnen angebornen Kunst verrathen würden. Die Wahl der Mittel war aber jedenfalls kitzlich; es sollten alle Arbeiter entfernt werden, die für den Augenblick bei dem Wabenbau überflüssig sein konnten, ohne diejenigen abzuschrecken, von denen wir einige Aufklärung zu erhalten hofften; insbesondere mußten wir uns hüten, sie vom Naturzustande zu entfernen.

Da die Bienen die Grundlage ihrer Waben immer oben im Stocke anlegen, gerade da, wo die durch die Vereinigung des ganzen Schwarms gebildete Traube sich anhängt, so glaubte ich das einzige Mittel, die Arbeiter zu isoliren, darin zu finden, wenn ich sie zwänge, die Richtung ihres Bauwerks zu verändern, sah aber nicht ab, wie ich Geschöpfe, die auch ihren Willen hatten und sich nicht so leicht unsern Launen fügen, dazu nöthigen könne.

Endlich entschied ich mich, auf gutes Glück hier einen Versuch zu machen, der nichts erzwingen sollte, weil er den Bienen gestattete, in allem Uebrigen ihrer gewohnten Weise zu folgen, ja, selbst des Zellenbaues sich zu entschlagen, wenn die Arbeit, zu der ich sie nöthigen wollte, ihren Gewohnheiten zu sehr widerstand.

Ich schmeichelte mir, die Bienen nöthigen zu können,

ihre Waben aufwärts zu bauen, d. h. gerade das Gegentheil von dem zu thun, was sie alle Tage thun, was übrigens bei ihnen nicht ohne Beispiel ist. Ich erdachte zu dem Ende folgende Vorrichtung.

Ich ließ einen viereckigen Kasten von acht bis neun Zoll Höhe und zwölf Zoll Breite anfertigen, unten mit einem Flugloche, oben mit einem beliebigen abnehmbaren Deckel, der aus einer einzigen in einem beweglichen Rahmen eingefaßten Glasscheibe bestand. Aus einem meiner Blätterstöcke entnahm ich Waben, die mit Brut, Honig und Blumenstaub angefüllt waren, damit sie alles enthielten, was den Bienen angenehm sein konnte. Ich zerschnitt dieselben in Streifen von einem Fuß Länge und vier Zoll Höhe, und stellte sie senkrecht nach ihrem Längsbau auf dem Boden des Stockes auf, so daß zwischen jeder genau derselbe Zwischenraum blieb, den die Bienen in der Regel selbst anzubringen pflegen (Taf. I. Fig. 5).

Schließlich bedeckte ich den oberen Rand einer jeden Wabe mit einer dünnen Holzleiste, welche denselben nicht überragte, so daß zwischen den Theilen des Stocks freier Verkehr verblieb. Da diese Leistchen auf vier Zoll hohen Waben ruhten, so blieb den Arbeitsbienen die Möglichkeit, über denselben in einem Raume von fünf Zoll Höhe und zwölf Zoll Länge zu bauen. Daß die Bienen neue Waben an der horizontalen Glasscheibe, welche dem Stocke als Decke diente, anlegen würden, war nicht wahrscheinlich, weil sie sich in Traubenform an der glatten Fläche des Glases nicht halten können; wollten sie also neue Waben bauen, so mußten sie dieselben nothwendigerweise auf die Leisten aufbauen, und hoffte ich, auf diesem Wege einen günstigeren Erfolg zu erzielen, als ich auf dem früheren erreicht hatte.

Doch die Erfindung einer Vorrichtung, die für meine Absichten geeignet schien, war im Grunde das Geringfügigste, und mit einem Gefühle von Dankbarkeit und der Genugthuung, die man empfindet, wenn man dem bescheidenen Verdienste Gerechtigkeit wiederfahren läßt, wiederhole ich, daß, wenn ich einige Fortschritte auf dieser Bahn gemacht

habe, ich es der Ausdauer, dem Muthe und dem geübten Scharfblicke Burnens, des unermüdlichen Mannes, der mich in meinen Bestrebungen unterstützte, verdanke. Diese Beobachtungen, schon an sich höchst schwierig, nahmen die ins kleinste gehende Vorsicht in Anspruch; ein unvermutheter Lichtschein, eine versäumte Gelegenheit, eine auch nur einen Augenblick ausgesetzte Aufmerksamkeit konnte uns von der Wahrheit weit abführen und in ein falsches System verrennen.

Burnens bemerkte, daß das zwischen ihn und die kleinen Gegenstände eingeschobene Glas in gewisser Beziehung ihr Ansehen oder ihre Aussicht verändern mußte, und faßte deßhalb einen Entschluß von ungewöhnlicher Kühnheit; er beschloß gegen meinen Willen und mit Gefahr vor den schlimmsten Folgen auch diese Quellen des Irrthums, dieses Glas, die Schutzwehr gegen den Stachel der Bienen, zu entfernen und alle auf den Bau bezüglichen Einzelnheiten ungeschützt zu studiren. Die Ruhe in seinen Bewegungen, seine besondere Gewandtheit und die Gewohnheit, die er sich angeeignet hatte, im Verkehre mit den Bienen seinen Athem anzuhalten, konnte ihn allein vor dem Zorne dieser furchtbaren Insekten sicher stellen, und ich hatte die Freude, daß er seine Hingebung nicht zu bitter büßen mußte. Dieser Zug, welcher des leidenschaftlichsten Naturforschers würdig wäre, beweis't, was die Liebe zur Wahrheit vermag, und muß, wie ich glaube, das Vertrauen meiner Leser zu den Beobachtungen, die das Resultat davon waren, vermehren.

Sobald Burnens diesen Stock bevölkert hatte, richtete sich der Schwarm sogleich ein und zwar, wie wir voraussahen, zwischen den Waben, womit der Boden des Kastens besetzt war. Die kleinen Bienen entwickelten nun ihre natürliche Thätigkeit, verbreiteten sich durch den ganzen Stock, um die jungen Larven zu ernähren, ihre Wohnung zu reinigen, und nach ihrer Bequemlichkeit einzurichten. Wir hatten die ihnen gegebenen Waben obenhin viereckig zugeschnitten, um sie dem Boden des Kastens anzupassen, und sie an verschiedenen Stellen verletzt; sie mochten ihnen deß-

halb wohl mißgestaltet und schlecht erhalten vorkommen, denn sie beschäftigten sich sogleich mit ihrer Ausbesserung; wir sahen sie das alte Wachs abnagen, es zwischen ihren Zähnen kneten und Bänder daraus bilden, um die Waben zu befestigen. Diese Menge Arbeiter, die auf einmal zu Arbeiten verwendet wurden, zu denen sie nicht berufen zu sein schienen, diese Uebereinstimmung, dieser Eifer, diese Klugheit bei den kleinen Geschöpfen, »welche nicht das Recht haben zu denken,« versetzte uns in eine unbeschreibliche Verwunderung.

Weit auffälliger vielleicht war noch, daß etwa die Hälfte dieser zahlreichen Bevölkerung keinen Theil an den Arbeiten nahm, sondern unbeweglich blieb, während andere alle Verrichtungen ausführten, welche die Umstände von ihnen heischten.

Man erräth schon, daß von den Wachsbienen die Rede ist. Der Ruhe hingegeben, riefen sie uns die Beobachtungen ins Gedächtniß zurück, zu denen sie uns früher schon Veranlassung gegeben hatten. Sie hatten sich von dem eingestellten Honige vollgesogen, und nach Verlauf von ungefähr vierundzwanzig Stunden einer fast vollständigen Regungslosigkeit hatten sie den Stoff ausgeschieden, von dem man so lange geglaubt hat, daß sie ihn von den Staubgefäßen der Blüten sammelten. Das unter ihren Ringen gebildete Wachs war bereits bereit, zum Bau verwendet zu werden, und zu unserer größten Freude sahen wir einen kleinen Block auf einer der Leisten[1], die wir zur Basis ihres neuen Baues bestimmt hatten, sich erheben. Somit fügten sich die Bienen vollkommen unsern Absichten, und da die Traube sich zwischen den Waben und auf der Leiste eingerichtet hatte, hinderte sie durch ihre Masse und Undurchsichtigkeit die Fortschritte unserer Beobachtung nicht.

Bei dieser Gelegenheit beobachteten wir zum zweiten Male sowohl das Beginnen der grundlegenden Bienen, als auch die stufenweis fortschreitenden Arbeiten verschiedener Wachsbienen zur Herrichtung des Wachsblocks, woraus wir berechtigte Hoffnungen schöpften.

Sobald das Material vorgerichtet war, führten uns die

bauenden Bienen das vollständigste Bild ihrer von der Natur ihnen verliehenen Kunst vor. Möchte ich doch meinen Lesern dieselbe Theilnahme einflößen können, welche wir an dem Anbicke dieses Schauspiels nahmen; aber es hält schwer, sich davon eine richtige Vorstellung zu machen, wenn man nicht bereit ist, mit uns Schritt vor Schritt den Arbeiten der Bienen zu folgen, indem man den Kontext mit den Figuren aufs sorgfältigste vergleicht.

Obgleich ich mich bestrebt habe, gerade diesen Theil meines Werkes möglichst populär zu halten, so verhehle ich mir's doch nicht, daß er einem großen Theile Leser unverständlich erscheinen wird; indeß glaube ich mir schmeicheln zu dürfen, daß wirkliche Liebhaber der Naturgeschichte sich durch die Schwierigkeit des Gegenstandes nicht entmuthigen lassen und in der Neuheit der Beobachtungen einige Entschädigung für die Aufmerksamkeit, die sie in Anspruch nehmen, finden werden. Um aber denen, welche nicht dasselbe Interesse daran nehmen, nicht einen immerhin lästigen Zwang aufzulegen, will ich versuchen, davon zuvor einen kurzen Abriß zu geben.*)

Auf diesem Wachsblocke, der anfänglich sehr gering war, aber allmählich in eben dem Maße größer wurde, als der Fortgang der Arbeit der Bienen es mit sich brachte, wurden die Böden der ersten Zellen ausgehöhlt.

Gleich von ihrem Entstehen an begriffen wir, warum sie verschlungen waren; die Bienen bildeten vor unsern Augen die erste Reihe, welche den Schlüssel zum ganzen Bau giebt.

Zunächst höhlten sie auf der einen Seite des Blocks eine kleine Vertiefung im groben aus, von der Breite einer gewöhnlichen Zelle (Taf. VII. A, Fig. 1); es war das eine Art Furche, deren Ränder durch Aufhäufung von Wachstheilchen gehoben wurden. An der Rückseite dieser Vertiefung, auf der entgegengesetzten Seite, machten sie zwei

*) Man vergleiche die Figuren in natürlicher Größe auf Tafel VII, A. Man darf nicht vergessen, daß sich der Block perpendikulär über der Leiste erhebt und immer in der Stellung sich befindet, worin er sich darstellt, wenn man die Tafel senkrecht hält. H.

gleiche, an einander stoßende andere (Fig. 2), der ersteren beinahe ähnlich, nur etwas weniger gestreckt. Diese drei Höhlungen von gleichem Durchmesser waren theilweise an einander gelegt, weil die Mitte der alleinstehenden genau der Randleiste entsprach, welche die beiden andern trennte.

Da die erste dieser Höhlungen gestreckter war, so konnte ihr oberer Theil nur mit einem noch rohen Theile des Blockes auf der andern korrespondiren, der sich über die Höhlungen der ersten Reihe erstreckte, und wo der Entwurf des ersten Pyramidalbodens begonnen wurde (Fig. 2).

So korrespondirte eine einzige Auskehlung auf der vorderen Seite theilweise mit drei Höhlungen, von denen zwei der ersten Reihe, die eine der zweiten Reihe angehörte.

Sobald der bogenförmige Rand dieser Auskehlungen von den Bienen in zwei geradlinige Vorsprünge, die zusammen einen stumpfen Winkel bildeten, verwandelt waren, hatte jede dieser Aushöhlungen der ersten Reihe einen fünfeckigen Umriß, die Holzleiste als eine ihrer Seiten mitgerechnet (Fig. 3 u. 4). Aber die Auskehlung der zweiten Reihe, deren Basis zwischen den geneigten Seiten der beiden Böden der ersten lag, hatte sechs Seiten, zwei an ihrer Basis, zwei parallele seitliche und zwei geneigte andere, die aus ihrem bogenförmigen Rande formirt waren (Fig. 4).

Ihr innerer Bau schien uns aus der gegenseitigen Stellung ihrer Entwürfe ebenso naturgemäß zu folgen. Die mit einer bewundrungswürdigen Feinheit des Gefühlssinnes begabten Bienen schienen ihre Zähne vorzugsweise dahin zu richten, wo das Wachs am dicksten war, d. h. wo andre Arbeiter auf der Rückseite das Material aufgehäuft hatten, woraus sich erklärt, warum die Zellenböden hinter den Vorsprüngen, auf denen die Wände der entsprechenden Zellen aufgeführt werden sollen, winkelig ausgehöhlt werden.

Die Böden der Höhlungen waren also in mehre Stücke getheilt, welche zusammen Winkel bildeten, und die Zahl wie Form dieser Stücke hing von der Art ab, wie die entworfenen Böden auf der andern Seite des Blocks den Raum theilten, der ihnen angelehnt war. So war die größte Auskehlung, die drei anderen entgegengesetzt war,

in drei Theile getheilt, während die der ersten Reihe auf der andern Seite, die bloß an jene lehnten, nur aus zwei Stücken bestanden.

In Folge der Art und Weise, wie die Auskehlungen einander gegenübergestellt waren, wurden die der zweiten und aller folgenden Reihen, weil sie theilweise an drei Höhlungen anlehnten, aus drei gleichen Stücken in Rautenform zusammengesetzt. Ein Blick auf die Figuren macht das klar. Ich breche hier ab, um eine Bemerkung zu machen, dir vielleicht nicht am unrechten Platze ist. Jeder Theil der Arbeit der Bienen schien eine natürliche Folge der vorhergehenden zu sein; so hatte der Zufall keinen Theil an den bewundrungswürdigen Resultaten, von denen wir Zeugen waren.

Ich will jetzt den Faden dieser Arbeiten mit all den Einzelheiten, die sie uns vorgeführt haben, wieder aufnehmen.

Detaillirte Beschreibung der Arbeit der Bienen.*)

Wir waren endlich zu dem so lange ersehnten Augenblicke gekommen. Endlich schickten sich die Bienen an, unter unsern Augen ihre Bildnerarbeit zu beginnen, und nicht ohne eine gewisse Bewegung sahen wir sie zum erstenmale den Meißel an den Block legen, der auf der Leiste aufgeführt war. Er erhob sich perpendikulär auf derselben und unterschied sich von denen, die wir bislang gesehen hatten, nur durch seine Stellung. Er bildete eine kleine gerade und senkrechte Mauer, die fünf oder sechs Linien lang, zwei hoch und nur anderthalb dick war (Taf. VII B, Fig. **1** u. **2**). Sein Rand war bogenförmig und seine Oberfläche rauh; er war viel zu klein, um annehmen zu können, daß die Bienen darin vollständige Zellen aushöhlen würden, doch schien seine Dicke ausreichend, um die Wand bilden zu können, in welcher die Zellenböden ausgearbeitet werden, und welche die beiden Wabenseiten scheidet.**)

---

*) Man vergleiche die Figuren in vergrößertem Maßstabe (Taf. VIII. B) von unten anfangend.

**) Diese Wand wird in Fig. 3 durch die Zickzacklinie bezeichnet. Man darf nicht übersehen, daß die Arbeit

Wir sahen eine kleine Biene die Traube, welche zwischen den Waben hing, verlassen, auf die Leiste steigen, wo die Wachsbienen das unter ihren Schuppen hervorgezogene Material niedergelegt hatten, den Block umkreisen und sich, nachdem sie beide Seiten untersucht, auf der uns zugekehrten Seite, festsetzen. Wir wollen diese Seite des Blocks die vordere nennen und die ihr entgegengesetzte als die hintere betrachten, wie sie sich in der Folge auch immer zeigen möge. Die Arbeitsbiene, welche auf der vorderen Seite sich festgesetzt hatte, nahm eine horizontale Stellung ein und zwar so, daß ihr Kopf sich in der Mitte des Blocks befand (Fig. 4); diesen bewegte sie lebhaft und fuhr mit den Zähnen über das Wachs, wobei sie aber nur in einem sehr beschränkten Umfange, ungefähr von dem Durchmesser einer gewöhnlichen Zelle (a, b, g, f), Wachsbröckchen abnagte. Rechts und links von der Höhlung, welche sie auf diese Weise herstellte, blieb also noch ein Raum, wo der Block unangetastet blieb.

Nachdem die Biene die Wachsbröckchen zerkaut und angefeuchtet hatte, legte sie dieselben auf den Rand der Höhlung ab. Sie arbeitete nur wenige Augenblicke und entfernte sich dann vom Blocke; sogleich nahm eine andere Biene ihren Platz ein und setzte in derselben Stellung das von ihrer Gefährtinn begonnene Werk fort. Diese wurde bald durch eine dritte ersetzt, welche die Höhlung weiter vertiefte, das Wachs rechts und links aufhäufte, die bereits vortretenden Seitenwände der Aushöhlung erhöhte und ihr eine geregeltere Form gab (a, b, g, f). Vermittelst ihrer

der Bienen das gerade Gegentheil von dem ist, was Buffon sich eingebildet hatte. Er glaubte nämlich, daß die Bienen einen dicken Wachsklumpen herrichteten, in welchen sie dann durch Körperdruck Höhlungen herstellten. Wohl bilden sie einen Wachsblock, aber dieser ist so geringfügig, daß er kaum ein Vierundzwanzigstel der Wabendicke austrägt. In diesem anfänglich sehr kleinen Blocke arbeiten sie die Zellenböden gleichsam in halberhabener Arbeit aus und auf den Rändern dieser Böden führen sie die fünf bis sechs Linien langen Röhrchen auf. Wir haben für diesen ersten Entwurf den Namen Block beibehalten, obgleich man damit den Begriff eines plumpen Körpers verbindet, der ihm keineswegs zukommt; da aber die Zellenböden in diese kleine Wachsmauer eingearbeitet werden, wußten wir ihm vorläufig keine andere Bezeichnung beizulegen. H.

Zähne und ihrer Vorderfüße drückte sie die Wachsbröckchen an und befestigte sie an den Stellen, wo sie gerade erforderlich waren.

Wohl mehr als zwanzig Bienen wirkten der Reihe nach an derselben Arbeit mit. Die Aushöhlung hatte an der Basis des Blockes (ich verstehe darunter hier den Theil, mit welchem der Block auf der Leiste befestigt war) eine größere Tiefe, als gegen ihren oberen Rand (Fig. 4 a, d, g). Die Tiefe verminderte sich allmählig von hier bis zu lit. c und hatte die Form einer mehr breiten als langen Hohlkehle, deren oberer Umriß weniger, als die vertikalen Seitenwände hervortrat. Der horizontale Durchmesser dieser Hohlkehle stimmte mit demjenigen einer gewöhnlichen Zelle überein, ihre senkrechte Länge betrug aber nur $1\frac{3}{5}$ Linie, d. h. ungefähr zwei Drittel desselben Durchmessers. Ich habe diese erste Aushöhlung in Nr. 1 darzustellen versucht.

Sobald die Arbeit soweit gediehen war, sahen wir eine Arbeitsbiene aus der von einem Haufen Arbeiterinnen gebildeten Traube hervorkommen, den Block umkreisen und dessen noch rohe Seite zum Gegenstande ihrer Arbeit auserwählen; auffällig dabei war, daß sie sich, statt in der Mitte des Blocks, wie die vorigen, festen Fuß zu fassen, so aufstellte, daß ihre Zähne nur auf die eine Hälfte dieser Seite (Fig. 5, c, d, i, h) einwirkte, so daß die Mitte (a b) der Höhlung, die sie entwarf, sich gerade einem der kleinen Vorsprünge gegenüber befand, welche die Höhlung Nr. 1 begrenzten. Fast gleichzeitig erschien eine zweite Arbeiterinn, welche rechts von ihr auf dem Theile des Blocks, den sie frei gelassen hatte (Fig. 5, c, d, k, l), ihre Arbeit begann. Diese Bienen arbeiteten also neben einander zwei Höhlungen aus, die wir unter Nr. 2 u. 3 dargestellt haben. Nachdem sie eine Zeitlang gearbeitet hatten, wurden sie durch verschiedene andere abgelös't, von denen jede der Reihe nach und abgesondert dazu mitwirkte, denselben angemessene Form und Tiefe zu geben. Diese beiden angrenzenden Höhlungen waren nur durch die gemeinsame Randleiste getrennt, die aus den aufgehäuften Wachsbröckchen, die sie bei der Arbeit abnagten, gebildet war. Die Randleiste (Fig. 7, d c)

in der Mitte dieser Seite, korrespondirte folglich mit der Mitte der Höhlung, die inmitten der gegenüberliegenden Seite des Blocks von andern Arbeitsbienen ausgearbeitet war (Fig. 6, d c). So lehnte ein Theil der beiden hinteren Höhlungen an die vordere, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man zwei Nadeln durch ihre Wände sticht (Fig. 6 u. 7).

Diese Höhlungen hatten gleichen Durchmesser; wie die der vorderen Seite waren sie rechts und links durch kleine Vorsprünge begrenzt, die ich vertikale Rippchen nennen will, und die, wenn die Böden fertig sein werden, den vertikalen Zellenwänden, zu denen sie gehören, zur Basis dienen sollen.

Die drei begonnenen Höhlungen hatten noch nicht die ganze Ausdehnung, die ihnen in ihrer Vollendung eigen ist. Ich habe schon hervorgehoben, daß sie in der Länge die einer gewöhnlichen Zelle nicht besaßen (unter der Länge verstehe ich hier den vertikalen Durchmesser der Höhlungen (Fig. 6, c d); indeß der Block selbst hatte ja noch nicht die Höhe, die zur Vervollständigung des Zellendurchmessers genügt hätte. Deßhalb mußten die Bienen daran denken, seine Ausdehnung zu erweitern.

Während sie noch an der Vertiefung der von ihren Gefährtinnen begonnenen Aushöhlungen arbeiteten, sahen wir Wachsbienen dem kleinen Blocke sich nähern, unter ihren Schuppen Wachsplättchen hervorziehen und sie seinem Rande anfügen, wodurch er verlängert werden mußte. Sie erweiterten seinen Umfang nach allen Richtungen um fast zwei Linien (Fig. 8).

Nun konnten die kleinen Bienen, welche vorzugsweise mit der Ausarbeitung der Zellen beauftragt scheinen, ihre Entwürfe fortführen; sie verlängerten auch sogleich die Höhlungen in dem neu aufgeführten Theile des Blocks, wie sie nicht minder die Vorsprünge, von denen sie begrenzt wurden, weiter ausdehnten (Fig. 9 u. 10). Ihre erhöhten Ränder wurden aber nur rechts und links von den Höhlungen verlängert und nicht an ihrem oberen Ende; auch waren sie um so niedriger, je mehr sie sich von der Basis des Blocks entfernten; auch bemerkten wir, daß die Bienen die

Höhlung Nr. 1 mehr verlängerten, als die von Nr. 2 u. 3, sonst war ihre Form dieselbe. Sie waren halb ellyptisch, ein wenig gestreckt, oben abgerundet, innen gewölbt, ohne Winkel. Die erstere war etwas länger, als der Durchmesser einer gewöhnlichen Zelle, die letzteren waren aber um ein Beträchtliches kürzer.

Diese Verschiedenheit, deren Zweck nach dem, was wir über die Bildung der Zellen der ersten Reihe bemerkt haben, ohne weiteres ins Auge fällt, war im mindesten keine Unregelmäßigkeit.

Ich erwähnte, daß jede Höhlung oben in einem Bogen auslief. Die Bienen zögerten nicht, sie auch in diesem Theile mit einem Rande zu versehen, wie sie es bei den vertikalen Seiten gethan hatten, doch lag es nicht in ihrem Plane, ihnen einen bogenförmigen Rand zu lassen.

Der Bogen, welchen der Rand einer jeden dieser Höhlungen vorstellte, wurde gleichsam in zwei gleiche Sehnen abgetheilt, und in ihrer Richtung erhoben die Bienen Rippchen oder vorspringende Ränder (Fig. 11 u. 12); wir bemerkten, daß sie einen stumpfen Winkel bildeten, und dieser schien uns fast denjenigen gleich, welche die Rhomben der Pyramidalböden charakterisiren, woraus man schon schließen konnte, daß dieser Winkel für einen Rhombus berechnet sei.

Weiter beobachteten wir, daß die Bienen auf den oberen Rand der Höhlung von Nr. 1 viel Wachs aufgehäuft hatten; auf dem Gipfel dieses kleinen, durch Aufhäufung gebildeten Hügels vereinigten sich die beiden geneigten Rippen, die sie in diesem Theile begrenzten. Die beiden Rippen hingegen, welche den Boden der hinteren Zellen nach oben abschlossen, waren nicht auf einer Erhebung erhöht, sondern folgten der Höhlung der Auskehlung.*)

In diesem Zeitpunkte war jede Höhlung von vier Rippen eingefaßt, von zwei seitlichen senkrechten und zwei geneigten

*) Vergl. diese Zellenböden, die in Fig. 11 und 12 von vorn, in Fig. 15 und 16 im Halbprofil dargestellt sind. Fig. 13 und 14 zeigen die Höhlungen vor der Umgestaltung des oberen Randes in winklige Rippen; sie entsprechen Fig. 9 und 10. Fig. 15 und 16 zeigen den Block in der Periode, in welcher der obere Rand in zwei Sehnen getheilt und mit deutlichen Rippen versehen ist. H.

kürzern, die mit einem ihrer Enden sich an die ersteren anschließen und mit dem anderen Ende unter einander verbunden sind. Die Leiste begrenzte diese Höhlungen an ihrer Basis (Fig. **11** u. **12**, **15** u. **16**).

Immer schwieriger aber wurde es, der Arbeit der Bienen zu folgen, weil sie häufig ihren Kopf zwischen den angefangenen Zellenboden und das Auge des Beobachters schoben; wir bemerkten aber noch rechtzeitig, daß die Wand, an der sie mit ihren Zähnen arbeiteten, durchscheinend genug geworden war, um alles, was auf der andern Seite geschah, deutlich unterscheiden zu können; so sah man z. B. von der einen Seite des Blocks ganz deutlich die Zahnspitze der auf der entgegengesetzten Seite mit dem Ausarbeiten beschäftigten Biene und konnte all ihren Bewegungen folgen. Diese Wirkung verstärkten wir dadurch noch mehr, daß wir den Stock so stellten, daß das Licht schärfer in die Höhlungen einfallen konnte, deren Anlegung wir zu beobachten wünschten.

Den Umriß derjenigen der entgegengesetzten Seite, deren noch dickere Rippen den Lichtstrahlen keinen so leichten Durchgang gestatteten, sahen wir im Schatten und konnten dann ganz genau unterscheiden, daß die Höhe des Zellenbodens von Nr. **2** u. **3** geringer war, als diejenige des Zellenbodens von Nr. **1**, und daß ihre vertikalen Rippen ebenfalls nicht so lang waren (Taf. VIII, Fig. **17** u. **18**).*)

Durch die Höhlung Nr. **1** (Fig. **17**, c d) hindurch bemerkte man den Schatten der senkrechten Rippe, welche die Höhlungen Nr. **2** u. **3** trennte; sie nahm gerade die Mitte derselben ein, da aber die Rippe, welche diese scheinbare Abtheilung ausmachte, den beiden kürzesten Zellen angehörte, so konnte der Schatten nicht durch die ganze Länge der Zelle Nr. **1** reichen.

Der Schatten reichte nur bis zu zwei Drittel der Länge der vorderen Zelle, von der Basis des Blocks an gerechnet (Fig. **17**, c). Hier schien sie sich in zwei Aeste zu theilen (c b c f), die, der eine rechts, der andere links

*) Die punktirten Linien bezeichnen hier die Schatten der Rippen auf der gegenüberliegenden Seite. H.

vom Ausgangspunkte aus, in geneigter Richtung aufwärts stiegen und unmittelbar hinter dem oberen Ende der senkrechten Rippen (a b g f) der Höhlung Nr. **1** zu enden schienen.

Diese geneigten Aeste des vertikalen Schattens waren eben nichts anders, als die geneigten Rippen (Fig. **18**, c b c f), welche die Höhlungen Nr. **2** u. **3** in ihrem oberen Theile abgrenzten. Der eine gehörte der ersten, der andere der zweiten dieser Aushöhlungen an.

Auch sah man durch den noch rohen Theil des Blocks, wenn auch weniger deutlich, den weiteren Umriß derselben Höhlung, der sich rechts und links von dem vorderen Boden erstreckte, in Nr. **1** (a b i h g f k l, Fig. **17**) dargestellt.

Es war erwiesen, daß die Böden Nr. **2** u. **3** theilweise an denjenigen der Zelle Nr. **1** angelehnt waren. Sie endeten in stumpfem Winkel am oberen Ende der senkrechten Rippen der isolirten Höhlung (Fig. **17**, b f), woraus folgt, daß die vordere Höhlung länger war, als die beiden andern, und zwar um so viel, als ihre ganze Länge die ihrer eigenen vertikalen Rippen überragte.

Stellte man sich dagegen auf der gegenüberstehenden Seite vor den Block (Fig. **18**), so sah man den Schattenriß der Höhlungsränder von Nr. **1**, welche die Höhlungen Nr. **2** u. **3** oben überragten.

Im Grunde jeder der letzteren nahm man den Schatten einer der vertikalen Rippen wahr, welche die Höhlung der vorderen Seite begrenzte (a b g f), und dieser Schatten erstreckte sich durch die ganze Länge der Doppelhöhlungen auf der Rückseite und schien sie in zwei gleiche Theile zu theilen. Indeß war dieses noch erst die Wirkung der gegenseitigen Stellung der Rippen beider Seiten.

Indem wir der Arbeit der mit der Austiefung der entworfenen Höhlungen beschäftigten Bienen unsere ungetheilte Aufmerksamkeit zuwandten, bemerkten wir, daß die dunklen Linien allmählig winkligen Furchen Platz machten, und daß alle Anstrengungen der Arbeitsbienen auf die diesen Rippen gegenüber liegende Seite, die man durch den verdünnten Block im Schattenriß erblickte, gerichtet waren.

Die Bienen arbeiten auf beiden Seiten hinter den Rippen der entgegengesetzten Seite der Austiefung.

So arbeiteten diejenigen, welche auf der Vorderseite aufgestellt waren, in der Richtung des Schattens der hinteren Rippen, die etwa die Figur eines Y darstellten, dessen Arme vom Hauptstamme nach vorn sich richteten (Fig. **17**). Die Mittelrippe bildete etwa den Stamm des Y, und die beiden geneigten Rippen (bc cf), die den hinteren Zellen angehörten, stellten die beiden Arme des Buchstaben vor.

Die Bienen beeiferten sich nicht bloß, die Austiefungen hinter den vorspringenden Rippen zu fördern, sondern sie schabten und glätteten auch gleichzeitig den Raum, der eines Theils durch den Schatten dieser Rippen, andern Theils durch die vorhandenen Rippen der Höhlung, an der sie arbeiteten, abgeschlossen war.

Ihre erste Arbeit war gegen den Schatten der senkrechten Rippe (ca), darauf in der Richtung des geneigten Schattenrisses (cb cf), der durch die geneigten Rippen der gegenüberliegenden Zellen geworfen wurde, gerichtet; und als sie einen jeden der zwischen den wirklichen Rippen (ab be ef fg) und den Schattenrissen der Rückseite (cd cb cf) eingerahmten Räumen geebnet hatten, ergab sich aus ihrer Arbeit auf der Vorderseite ein Zellenboden, wie wir ihn oben als den der ersten Zellenreihe beschrieben haben, d. h. der aus zwei Trapezen und einem Rhombus zusammengesetzt war (Fig. **19**).

Denn da diese Höhlung, welche sich anfänglich unter halb ellyptischer Form dargestellt hatte (Taf. VII. Fig. **9**) und dann von vier Rippen eingerahmt worden war (Fig. **11**), in zwei Dritteln ihrer Länge durch eine Furche (Fig. **17**, dc) in der Mitte getheilt wurde, und da die beiden an die Furchen grenzenden Flächen (abcd, cdfg) bis zur Tiefe der Furche selbst geglättet und verdünnt waren, bildeten sie anfänglich zwei gegeneinander geneigte Flächen; da sich aber diese Furche nicht durch die ganze Länge der Höhlung hindurchzog, so waren diese Wände nur erst durch die vertikalen Rippen dieser Seite (ab, gf) und die Leiste selbst abgegrenzt. Ihr oberes

Ende (cf, cb) war noch nicht abgegrenzt, oder verlor sich wenigstens in demjenigen Theile der Zelle, der noch nicht geglättet war. Indem aber die Bienen die mit den geneigten Rippen der hinteren Seite korrespondirenden Furchen (Fig. **19**, b c, c f) auswirkten, gaben sie diesen Wänden eine geneigte Begrenzung, und da dieselben an den andern drei Seiten durch die gleichlaufenden Rippen und die Leiste, die mit ihnen zwei rechte Winkel bildete, eingefaßt waren, so gestalteten sie sich zu zwei gleichen Trapezen (ab cd, cd gf) und standen rechts und links von der Hauptfurche.

Da aber der Raum zwischen den beiden geneigten Furchen und dem oberen Ende der Höhlung (b e f) zum Theil zwischen die Seiten des von den geneigten Furchen gebildeten stumpfen Winkels (b c f), zum Theil zwischen die Seiten des von den oberen Rändern gebildeten stumpfen Winkels (b e f) eingefaßt, und diese Seiten und diese Winkel unter sich gleich waren, so resultirte daraus ein Rautenviereck (b c e f), gleich denen, woraus die Pyramidenböden zusammengesetzt sind.

Dies Rautenviereck bildete durch seine Neigung mit jedem Trapez einen Flächenwinkel und folglich mit beiden Trapezen zusammen einen Körperwinkel (Fig. **19**), dessen Spitze in den Durchschnittspunkt der drei Durchschnittslinien, oder was dasselbe besagt, hinter die Spaltung der gegenüberliegenden Rippen (c Fig. **19** u. **20**b) eingestellt war; dieser Körperwinkel war aber kein Pyramidenboden, sondern ein aus zwei Trapezen und einem Rhombus zusammengesetzter Boden.

Das ist also die Art und Weise, in welcher die Bienen den Boden der ersten vorderen Zellen der ersten Zellenreihe ausarbeiten.

Wir haben gesehen, daß sie hinter den vorspringenden Rippen von diesen auf der Rückseite zwei an einander stoßende Höhlungen austieften, die nur durch einen gemeinsamen Rand geschieden waren (Fig. **10**), die Länge und Form derselben durch zwei auf ihrem oberen Rande angebrachte geneigte Rippen bestimmten (Fig. **12**) und eine

Furche zogen, die sich durch ihre ganze Länge erstreckte (Fig. 18).

Sie hatten also dieselben in zwei gleiche Theile getheilt, und diese bildeten zusammen, sobald sie rechts und links von der Furche durch die Arbeit der Bienen geglättet waren, einen Flächenwinkel (Fig. 20).

Sie waren gleich, und da die eine derselben an eine der Trapezen der vorderen Zellen angelehnt, durch dieselben Rippen begrenzt war, deren Schattenriß den auf der andern Seite arbeitenden Bienen gleichsam zur Richtschnur hätte dienen können, so folgte aus dem allen, daß diese beiden gleichen Stücke, die denen auf der Vorderseite entsprachen, gleiche Trapezen und einander ähnlich sein mußten. Die Zellenböden der ersten Reihe auf der Rückseite waren also aus zwei Trapezen zusammengesetzt, wie wir das schon bei der Analyse der Zellenform erkannt hatten, und diese Zusammensetzung war eine ganz natürliche Folge der ersten Anlage, welche die Bienen bei der ersten Grundlegung ihres Werks entworfen hatten.

Die drei Zellenböden, die ich in Vorstehendem beschrieben habe, waren die ersten, womit sich die Bienen befaßten; aber während sie die Furchen zogen, welche dieselben trennten, und einige andere, wie erwähnt, den Block nach allen Richtungen verlängerten, konnten sie neue Höhlungen entwerfen. Zuerst begannen sie ihre Auskehlungen hinter den vertikalen Rippen der Zellen Nr. **2** u. **3** und an der Seite der Höhlung Nr. **1**, darauf hinter den gegenüberliegenden Rippen der Rückseite. So wurden die Trapeze an andere Trapeze von gleicher Form und Größe gelehnt (Fig. **21** u. **22**). In der Regel begannen sie die Austiefung auf der einen Seite, sobald andere die Rippen auf der Kehrseite hergestellt hatten. Sie bildeten also diese Höhlungen hinter dem seitlichen Rande der zuletzt entworfenen Zellen. Auf diese Weise waren mehre wechselweis aneinander gelehnte Böden auf beiden Seiten des Blocks ausgearbeitet und stellten das Bild einer ersten Reihe von an einander gereihten Zellen dar, deren Rohr nur noch nicht verlängert war.

Während aber diese Bienen mit der Glättung und

Vollendung dieser Böden vollauf zu thun hatten, entwarfen andere Arbeiter eine zweite Zellenreihe über der ersten und zum Theil hinter der Raute der vorderen Zelle; denn ihre Arbeit greift in der Regel Hand in Hand. Man kann nicht sagen: wenn die Bienen diese Zellen vollendet hatten, legten sie den Grund zu andern; wohl aber: während gewisse Arbeitsbienen mit der Vollendung eines Stücks vorgehen, beginnen andere die angrenzenden Zellen auszuwirken. Noch mehr, die auf der einen Seite vollendete Arbeit ist zugleich schon der Anfang derjenigen, die auf der andern vollführt werden soll; und das kann allein nur durch die Beziehung, durch die innige Verbindung der Theile, die sie alle von einander abhängig macht, ermöglicht worden. So ist es gewiß, daß eine geringe Unregelmäßigkeit der Arbeit auf der einen Wabenseite die Form der Zellen auf der Kehrseite in entsprechender Weise umgestalten müßte.

Dritte Abtheilung.

Vom Bau der Zellen in der zweiten Zellenreihe.

Die Böden der vorderen Zellen der ersten Reihe, die aus zwei Trapezen und einem Rhombus zusammengesetzt sind, waren größer, als die der an sie angelehnten Zellen, weil die letzteren nur aus zwei Trapezen gebildet waren. Zwischen dem oberen Rande der hinteren Zellen und dem des Blocks verblieb also ein größerer Raum, als über den Höhlungen der vorderen Seite. Dieser Raum war groß genug, um daselbst den Boden zu einer gewöhnlichen Zelle anzulegen (Fig. **20** u. **22**); indeß oberhalb der Zellen der vorderen Reihe (Fig. **19**) würde ein vollständiger Boden nicht haben Platz finden können. Der noch unberührte Raum, den die hinteren Höhlungen zwischen und über sich in der Oeffnung des durch Zusammentreten ihrer geneigten

Rippen gebildeten Winkels ließen, erstreckte sich weit über ihre Spitze bis an den Rand des Blocks.*) Hier richteten sich verschiedene Bienen eine nach der andern ein, um den Boden einer neuen Zelle anzulegen.

Die erste derselben höhlte eine vertikale Hohlkehle (Fig. **22**, fm bp) in dem zwischen den geneigten Rippen (Fig. fc cb) zweier benachbarter Zellen liegenden Raume aus und versah diese neue Aushöhlung mit Rändern, indem sie das Wachs, welches sie aus dem Blocke abnagte, rechts und links aufhäufte.**) Die senkrechten Rippen (**23**, fm bp), welche diese Biene bildete, standen gerade auf der Spitze (f u. b) der zwei unteren Zellen von Nr. **2** u. **3**. Diese Rippen gingen von dieser Höhlung aus und erhoben sich senkrecht längs der Ränder der Höhlung bis zu einer geringen Entfernung vom Rande des Blocks, der sich damals nicht weiter erhob, als zur Aufnahme des vollständigen Zellenbodens erforderlich war. Die Hohlkehle endete ebenfalls in einem bogenförmigen Umrisse (Fig. **23**, rmp); auf dieser gebogenen Linie gründeten einige Bienen zwei geradlinige Rippen, und indem sich diese wie zwei gleiche Sehnen in der Mitte des Bogens vereinigten, bildeten sie den stumpfen Winkel (Fig. **22**, mrp). Diese Höhlung war also von sechs Rippen umschlossen, die beiden unteren (fc bc) gehörten den beiden Zellen der ersten Reihe Nr. **2** u. **3** an, zwischen welche der Boden der neuen Zelle zum Theil eingeschaltet war. Die beiden seitlichen Rippen waren einander parallel und erhoben sich senkrecht über der Spitze der Zellen; die beiden oberen Rippen (rm pr), welche den Umriß des Bodens schlossen, waren gegen einander geneigt und vereinigten sich mit den vorhergehenden mit einem ihrer Enden. Diese sechs an Länge gleichen Rippen bildeten den sechseckigen Umriß der Höhlung, doch war dieser Umriß nicht von gleicher Hervorragung auf der Oberfläche des

*) Von bc, Fig. **22**, bis r, der Block hatte damals noch keine größere Ausdehnung.

) In Fig. **23 u. **27** ist die in Rede stehende Zelle isolirt dargestellt, um ihrer Entwickelung besser folgen zu können. Die Bezeichnungen sind dieselben wie in Fig. **22**. Der Umriß (Fig. **23**, fm bp), zeigt den erst begonnenen Entwurf.. H.

Blocks; an den Stellen cpm war er höher, bei bfr niedriger. *)

Der untere noch rohe Theil (Fig. 23 fcbe) des von den sechs Rippen eingeschlossenen Raums lehnte an den Rhombus der Zelle Nr. 1, weil die Zellen Nr. 2 u. 3, über welchen das Sechseck angelegt war, selbst theilweise an diese Zelle, zu welcher der Rhombus der Kehrseite gehörte, anlehnten. Dieser horizontal geneigte Rhombus, dessen große Diagonale, von der Seite der Zelle Nr. 1 betrachtet (Fig. 21, c), horizontal war, wurde von seiner unteren Seite gesehen. Sobald die Bienen für den Boden der sechseckigen Zelle Ränder entworfen und hergerichtet hatten, machten sie sich daran, die Kehrseite dieses Rautenvierecks zu glätten und gaben ihm die Furchen (fe und eb), welche sie hinter den eben so bezeichneten Rippen, womit es auf der Vorderseite eingefaßt war, ausgehöhlt hatten, zur Abgrenzung.

So wurde dieses Stück ein Rhombus, und dieser geneigte Rhombus (Fig. 22, fc be), den man auf dieser Seite von oben sah, wurde das erste und oberste Stück eines Pyramidenbodens.

Es nahm ein Drittel von der Oberfläche der Höhlung ein, denn da der istumpfe Winkel (feb) im Mittelpunkte stand und seine Se ten (fe eb) auf die Enden der beiden Rippen (fc u. cb), welche ein Drittel des Umkreises ausmachten, sich stützten, so ist es klar, daß der ganze Raum des Zellenbodens dreimal so groß sein mußte, als derjenige, den der Rhombus einnahm. Ueber diesem Rautenvierecke und in dem Innern des Sechsecks blieb also noch ein aushöhlbarer Raum, der groß genug war, um genau zwei andere Rhomben zuzulassen, die dem ersten gleich, aber anders gerichtet waren.

Dieser Theil des Zellenbodens, der nur erst entworfen war, verblieb in diesem Zustande, bis die Arbeiten auf der gegenüberliegenden Seite es den Bienen gestattet hatten, eine vortretende Rippe auf der Kehrseite derselben Zelle in

*) Fig. 28 zeigt das deutlicher; derselbe Zellenboden ist im Halbprofil dargestellt. H.

der Richtung ihres vertikalen Durchmessers (Fig. **22**, e r) herzustellen, was begreiflich nicht eher geschehen konnte, als bis sie zwei neue Zellen auf der Kehrseite der sechseckigen Zelle entworfen hatten. Sobald diese Rippe aber auf der Vorderseite und hinter dem Stücke, welches zu theilen noch übrig war, errichtet war, machte sich eine Biene sogleich ans Werk, den Boden der sechseckigen Höhlung in dieser Richtung auszuwirken; sie arbeitete in der Mitte des noch rohen Raumes eine Furche aus, (Fig. **22**, e r), welche vom oberen Winkel des Rhombus bis zum oberen Winkel des Sechsecks sich erstreckte, und als sie die beiden aus dieser Theilung hervorgehenden Stücke geebnet hatte, fand man, daß sie zwei Rhomben (f e r m u. e r b p) hergestellt hatte, welche dem Rhombus (f c b e) gleich waren. So umschlossen die sechs Rippen des sechseckigen Umrisses genau drei Rhomben von gleicher Größe, d. h. einen vollständigen Pyramidenboden. Der erste Boden dieser Art wurde also auf der Rückseite des Blocks errichtet. Man begreift leicht, daß während dieser Vorrichtung gleichzeitig andere Zellen zur Rechten und Linken der beschriebenen über den Zellen der ersten Reihe, die ihnen zur Basis dienten, angelegt wurden, und brauche ich das Verfahren der Bienen dabei nicht weiter anzugeben, da es in jeder Beziehung dasselbe war, wie bei der so eben beschriebenen Zelle.

Der Block war während der Arbeit auf der Rückseite von den Wachsbienen vergrößert worden; es war nun über den Zellen der ersten Reihe auf der Vorderseite (Fig. **21**) Raum genug zur Anlegung neuer Zellen vorhanden.*)

Eine Biene nahm nun auf der vorderen Seite eine solche Stellung ein, daß sie in dem noch unberührten Raume, der zwischen der Spitze zweier Zellenböden der ersten Reihe Nr. **1** u. **4**, zum Theil über jeder dieser Zellen

*) Der Raum zwischen der punktirten und der gezogenen Linie ist derjenige, um den sich der Block vergrößert hatte. In Fig. **22** sieht man, daß dieser Raum während der Arbeit an der hinteren Zelle der zweiten Reihe noch nicht ausgefüllt war; es geschah aber, als die Bienen die vordere sechseckige Zelle begannen. H.

und folglich zwischen ihren geneigten Seiten (f e f v) sich befand, arbeiten konnte. Diese Biene begann ihre Aushöhlung unmittelbar oberhalb der vertikalen Rippe, welche jene Zellen trennte, und dehnte sie auf einen Raum aus, welcher der Durchmesser einer gewöhnlicher Zelle war, d. h. von den oberen Rändern der unteren Böden (fe fv Nr. **1** u. **4**) zu der Stelle **0**; dieser Raum war indeß unten schon durch die geneigten Seiten der Zellen der ersten Reihe begrenzt. Die Biene gab übrigens der Höhlung die Form einer Hohlkehle; ihre Seiten waren erhöht durch zwei senkrechte Rippen (er vn), und ihr oberer Rand, anfänglich abgerundet (Fig. **25**), wurde von andern Arbeitern in zwei geradlinige Rippen umgewandelt (on ov, Fig. **21**), welche zusammen einen stumpfen Winkel bildeten. So hatte auch diese Höhlung einen sechseckigen Umriß, wie diejenigen der zweiten Reihe auf der gegenüberliegenden Seite, deren Boden zum Theil an sie angelehnt war.

Diese Zellen (Fig. **21** u. **25**) mußten nun eingetheilt werden. Diese neue Arbeit schien den Bienen, welche sie unternahmen, keine übergroße Schwierigkeiten entgegenzustellen. Die Stücke, welche sie zusammensetzen sollten, waren theilweise schon auf der Rückseite ausgewirkt; zwei benachbarte Zellen hatten daselbst eine vortretende Rippe zwischen sich (Fig. **22**, f m), die den Arbeitern zur Richtschnur dienen mußte; ihr Schattenriß trennte den unteren Theil der seckseckigen Höhlung in zwei gleiche Hälften. Ebenso sah man auch im Schattenrisse die geneigten Rippen derselben beiden hinteren Zellen von dem Mittelpunkte m der Zellen ausgehen, und die eine rechts, die andere links zur Spitze ihrer vertikalen Rippen in r und n sich erheben.

So wurde also diese Höhlung durch den Schattenriß der hinteren Rippen in drei gleiche Theile geschieden, und was wir im Schattenriß erblickten, wurde durch die Arbeit der Bienen wirklich auch bald ausgeführt; die Schattenrisse wurden in Furchen hinter den Rippen der anderen Seite verwandelt, und der Zwischenraum zwischen den Furchen und dem Rande der Zellen wurde solange benagt und geglättet, bis er vollkommen deutliche Rhomben darstellte.

Indem aber die Bienen die senkrechte Furche zuerst bildeten, theilten sie den unteren Theil der Höhlung von unten nach oben, und so erschienen rechts und links von dieser Furche die beiden ersten Rhomben dieses Pyramidenbodens; indem sie sich dann gegen die geneigten Rippen der hinteren Zellen wandten, gaben sie einem dritten Rhombus sein Dasein, der in dem höchsten oberen Theile der Höhlung sich befand und ebenso wie derjenige von Nr. **1** geneigt war.

Dieser letzte Rhombus (Fig. **21**, onrm) korrespondirte mit keiner der auf der Rückseite entworfenen Zellen; er lehnte an einen noch unberührten Raum, welcher zwischen den oberen Seiten (rm mn) zweier Zellen der zweiten Reihe eingefaßt war, so daß er später einer Zelle der dritten Reihe auf der Rückseite zufallen mußte.

Das Werk, welches aus der Arbeit der Bienen innerhalb der sechseckigen Höhlung hervorging, war bis jetzt nur noch ein Pyramidenboden, der sich von den Böden derselben Reihe auf der hinteren Seite, an welche er sich anlehnte, in nichts unterschied, als in der Stellung der Rhomben, woraus er zusammengesetzt war.

Aus dem bisher Gesagten läßt sich nun leicht folgern, in welcher Weise die Böden der folgenden Zellen aufgeführt werden müssen; sie werden stets zwischen den geneigten oberen Seiten von zwei benachbarten Zellen angelegt, auf der Spitze derselben erheben die Bienen senkrechte Rippen, welche rechts und links eine neue Höhlung begrenzen, dann schließen sie den Umkreis ab, indem sie zwei horizontal geneigte Rippen auf dem oberen Rande der Hohlkehle entwerfen, wodurch ein Sechseck hergestellt wird.

Das untere Stück dieser Höhlungen wird immer mit den Zwischenrippen der gegenüber liegenden Zellen in Einklang stehen, darum müssen alle Zellen dieser Seite unten in zwei Rhomben zerfallen, während oben nur eine sich findet.*)

*) Man darf nicht vergessen, daß es bei den von oben nach unten gebauten Waben gerade umgekehrt ist; man muß also die Figuren umdrehen, um dem natürlichen Verlauf folgen zu können, in der Voraussetzung, daß die Bienen auf dieselbe Weise verfahren, wenn sie von oben herab bauen. H.

Die hinteren Zellen werden ganz nach dem Muster derjenigen gebaut werden, deren Bauart ich beschrieben habe; nur werden sie einen einzigen Rhombus unten, und oben zwei haben. Die sechseckigen vorderen Zellen werden zugleich etwas höher, als die hinteren stehen, weil ihr unterer Theil immer mit den oberen Rhomben zweier benachbarter Zellen korrespondirt.

Ich habe noch einige Bemerkungen über die Verschiedenheit der Pyramidenböden und der Böden der Zellen in der ersten Reihe zu machen. Diese letzteren waren, wie ich nachgewiesen habe, aus zwei Trapezen und einem Rhombus, oder bloß aus zwei Trapezen zusammengesetzt. Die Trapezen standen perpendikulär auf der Leiste, eine Stellung, welche von derjenigen der Stöcke, welche einen pyramidalen Boden ausmachen, sehr verschieden war. Indem die drei Stöcke eines Pyramidenbodens sämmtlich von dem Gipfel der Pyramide zu dem Rande, welcher den Umriß der Basis beschreibt, sich erstrecken, so ist es klar, daß sich alle drei in gleichem Verhältnisse nach vorn neigen müssen. Es war also an mehr als einer Stelle bloße Redefigur, um die Sache anschaulicher zu machen, wenn ich voraussetzen ließ, daß die Furche eines Zellenbodens in zweiter Reihe vertikal sei, mit einer vertikalen Rippe korrespondire u. s. w. Es geschah das, um bemerklich zu machen, daß diese Furche, oder diese Rippe sich senkrecht zu erheben schien, wenn man die Zelle von vorn sah. Hätte man den Block an dieser Stelle aber vertikal durchschnitten und die Furche im Schnitt betrachtet, so würde man gesehen haben, daß sie geneigt war, weil sie aus dem Grunde der Höhlung zum Rande sich erstreckte. Vergleiche die Figuren **24** und **28**, von denen die eine die Seitenansicht eines vorderen, die andere die eines hinteren Pyramidenbodens darstellt. Keine der Rippen, welche sie begrenzen, keine der Furchen, welche sie theilen, sind vertikal. Anders verhält es sich mit den Trapezen der Böden in erster Reihe, diese sind wirklich vertikal, von welcher Seite man sie auch betrachten mag.

Daraus folgt, daß ihre Verbindung mit dem geneigten Rhombus, der die Zellen der Vorderseite schließt, unter

einem Winkel sich vollziehen muß, der von demjenigen sich in etwas unterscheidet, den die Verbindung der Rhomben eines Pyramidenbodens nachweis't.

Eine jede der sechs Rippen, welche den Rand eines Pyramidenbodens bilden, soll einer von den sechs Wänden des ecksäuligen Zellentheils zur Basis dienen. Die vier Wände derjenigen der ersten Reihe (Fig. **31**) sind auf dieselbe Weise an ihren Boden gefügt.

Die Ecksäulen, welche sich aus der Vereinigung und Zusammenfügung der Wände ergeben, sind also auf die Ränder der in den Block vertieften Höhlungen aufgesetzt.

Beim ersten Anblick scheint nichts einfacher zu sein, als den Rippen, welche den Umkreis des Zellenbodens bilden, Wachs anzufügen; indeß die Ungleichheit des Randes, die ich hinreichend hervorgehoben habe, und die für die pyramidalen Böden drei Vorsprünge und ebensoviele Vertiefungen, für den Boden der vorderen Zellen in erster Reihe einen Vorsprung und für die hinteren eine Vertiefung bedingt, diese Ungleichheit, sage ich, nöthigt die Bienen, zunächst das zu ergänzen, was dem Umrisse fehlt, indem sie auf die weniger vorspringenden Rippen mehr Wachs bringen, als auf die höheren. So erhalten die Ränder sämmtlicher Zellen gleich von vorn herein und ehe sie ihre natürliche Länge erreicht haben, eine ebene Oberfläche. Dennoch ist die Oberfläche einer neuen Wabe nicht völlig eben, weil in der Arbeit der Bienen ein fortschreitender Stufengang stattfindet. Die Wände werden in der Ordnung verlängert, in welcher die Bienen mit der Anlage der Zellenböden fortschreiten (Fig. **30**), und die Länge der Zellenrohre steht in so vollkommenem Verhältnisse, daß unter ihnen kein Vorsprung, keine merkliche Ungleichheit sichtbar wird. Daher kommt es, daß die Gestalt einer neuen Wabe linsenförmig ist (Fig. **29**, **30** u. **31**); die Dicke vermindert sich bis zum Rande, weil die jüngst angelegten Zellen kürzere Rohre haben, als die älteren.

Diesen Stufengang gewahrt man an der Wabe, so lange sie im Zunehmen begriffen ist; sobald aber die Bienen keinen Raum weiter zu ihrer Verlängerung haben, ver-

liert sich allmählig die Linsenform und sie erhält parallele Oberflächen. In dieser Periode machen die Bienen alle Zellen gleich, indem sie deren Rohre sämmtlich auf das Maß der ältesten bringen; dann erst hat die Wabe die Form erhalten, die sie für immer behalten soll, obgleich sie noch nicht völlig vollendet ist. Ich werde zu seiner Zeit auch die Arbeiten nachweisen, wodurch die Bienen ihre Waben schließen.

Dies ist, soviel ich darüber urtheilen kann, die Ordnung, die sie bei Erbauung ihrer Zellen innehalten.

Wie aber soll ich das Ineinandergreifen aller ihrer Arbeiten zur klaren Anschauung bringen? Wie kann ein und derselbe Instinkt sie nöthigen, den vorderen und hinteren Zellenböden der ersten Reihe, die einen so großen Einfluß auf die übrige Wabe ausübt, verschiedene Form und Größe zu geben? Durch welches Mittel endlich werden die Bienen, die auf dieser oder jener Seite des Blocks angestellt sind, in den Stand gesetzt, den Raum abzumessen, in welchem sie in unabänderlicher Weise die gegenseitigen Beziehungen dieser Böden herzustellen haben? Der letzte Punkt dürfte vielleicht zuerst aufzuklären sein, weil von ihm alles Uebrige abhängt.

Man sieht nicht, daß die Bienen die beiden Seiten des Blocks wechselseitig besuchen, um etwa die bezügliche Stellung der Höhlungen, die sie anlegen, zu vergleichen; die Natur hat sie nicht angewiesen, diese Maßregeln zu nehmen, die uns bei Erbauung eines symetrischen und regelmäßigen Werks unerläßlich scheinen würden; diese Insekten beschränken sich darauf, mit ihren Fühlern die Seite des Blocks zu betasten, auf der sie ihre Bildnerei beginnen sollen, und scheinen durch diese Untersuchung allein hinreichend unterrichtet, um ein höchst komplizirtes Werk auszuführen, in welchem alles mit einer bewundrungswürdigen Genauigkeit ineinander zu greifen scheint.

Sie nagen kein Wachsbröckchen ab, ehe sie nicht mit ihren Fühlern die Oberfläche betastet haben, um deren Auswirkung es sich handelt. Die Bienen verlassen sich bei keiner ihrer Arbeiten auf ihre Augen; aber mit Hülfe ihrer

Fühler können sie selbst in der Dunkelheit diese Waben ausführen, die man mit Recht als das bewundrungswürdigste Erzeugniß der Insekten ansieht. Dieses Organ ist ein so biegsames Werkzeug, daß es sich zur Untersuchung der kleinsten Theilchen und der rundesten Körperchen eignet; es kann ihnen die Stelle des Zirkels vertreten, wenn es darauf ankommt, die kleinsten Gegenstände, etwa den Rand einer Zelle zu messen.

Es scheint mir demnach, daß diese Insekten bei ihrer Arbeit durch irgend einen örtlichen Umstand geleitet werden müssen. Wohl haben wir mitunter bemerkt, daß die Bienen bei Entwerfung der ersten Zellenböden, bevor es noch irgend eine hintere Rippe gab, durch den bloßen Druck ihrer Füße gegen das noch weiche und biegsame Wachs, oder durch die Anstrengung ihrer Zähne bei der Aushöhlung des Blocks eine leichte Erhebung auf der gegenüber liegenden Oberfläche hervorriefen. Dieselben Ursachen veranlassen mitunter die Durchbrechung der Wand. Zwar wird der Bruch gar bald wieder ausgebessert, in jedem Falle bleibt aber auf der Oberfläche eine leichte Erhöhung, welche den auf dieser Seite arbeitenden Bienen zur Richtschnur dienen kann. In Wahrheit stellen sie auch gleich rechts und links von diesem Vorsprunge an, eine neue Aushöhlung zu beginnen, und häufen einen Theil des Materials zwischen den beiden Hohlkehlen auf, die aus ihrer Arbeit hervorgehen.

Dieser Vorsprung, der nun in eine wirkliche geradlinige Rippe umgewandelt ist, wird seinerseits ein Mittel für die Bienen, die Richtung zu erkennen, welche sie der vertikalen Furche der vorderen Zelle geben müssen.

Oefters habe ich mich, wenn ich sah, wie sich die Bienen bei der Aushöhlung der entsprechenden Furchen so genau nach der Kehrseite der Rippen richteten, dem Gedanken hingegeben, daß sie durch die Biegsamkeit, die Nachgiebigkeit oder irgend eine andere natürliche Eigenschaft des Wachses von der größeren oder geringeren Dicke des Blocks Kenntniß gewännen. Wie dem aber auch sei, soviel ist gewiß, daß sie ihren Zellenböden eine gleichförmige Dicke geben, ohne irgend ein mechanisches Mittel sie zu messen zu

besitzen; aus demselben Grunde können sie genau fühlen, ob es hinter der Wand eine Rippe giebt, und diese soweit aushöhlen, bis sie den Punkt erreicht haben, den sie nicht überschreiten dürfen.

Diesen Erklärungen möchte ich indeß nur den Werth einfacher Vermuthungen beilegen. Ich mußte den Zusammenhang der Arbeiten der Bienen nachweisen; ich habe mich aber nicht unterfangen, die geheimen Triebfedern ihrer Handlungen entschleiern zu wollen.

Dennoch glaube ich, daß man sie erklären könnte, ohne seine Zuflucht zu außerordentlichen Mitteln nehmen zu müssen.

Ist die Länge der Höhlungen, ihre bezügliche Lage und die Dicke des Blocks einmal festgestellt, so ergiebt sich die Neigung der schrägen Wände der ersten Reihe, von welcher die der Rhomben der zweiten abhängt, von selbst, ohne daß die Bienen besondere Werkzeuge bedürfen, die Winkel zu messen, und ohne daß eine besondere Berechnung erforderlich gewesen wäre.

Was man also zu ergründen haben würde, ist die Weise, in der sie den Zusammenhang unter den ungleichen Zellen der ersten Reihe herstellen. Nun denn, eine der Thatsachen, die möglicherweise dazu beitragen, ihnen diese Dimensionen, von denen so viele wichtige Bedingungen abhängig sind, zu verschaffen, ist die Art, wie der Block vergrößert wird.

Seine ursprüngliche Höhe bestimmt ungefähr den vertikalen Durchmesser der hinteren Höhlungen, welcher zwei Dritteln desjenigen einer gewöhnlichen Zelle gleich ist. Den Boden einer vorderen Zelle können sie aber erst mit der Vergrößerung eines Blocks vervollständigen; sie verlängern ihn noch um $3\frac{3}{5}$ Linie, d. h. um mehr, als zum Abschlusse derselben erforderlich, aber gerade um soviel, daß der nöthige Raum für eine ganze Zelle der zweiten Reihe gegeben wird, denn der Rhombus, welcher davon einen Theil ausmachen muß, ist schon in den Zwischenraum der Trapezenzellen eingerahmt. Indem die Bienen den Block noch um zwei Drittel Zellenhöhe verlängert haben, wird es ihnen möglich,

auch auf der vorderen Seite den Boden zu Zellen in der zweiten Reihe zu bilden, wovon ein Theil schon zwischen den oberen Rändern der ersten Zellen aufgenommen ist; für die Erbauung einer dritten Reihe muß der Raum erst durch eine neue Verlängerung des Blocks gewonnen werden.

Die Bienen können sich von dem vorgezeichneten Wege nicht entfernen, wenn nicht besondere Umstände die Grundlage ihrer Arbeit verändern; denn der Block wird immer nur um ein gleichförmiges Maß vergrößert und zwar, was seltsam, durch die Wachsbienen, welche die Vermehrer des Urstoffes sind, aber nicht die Fähigkeit besitzen, Zellen zu bauen*).

Indem der Schöpfer so die Geschäfte zwischen den Wachsbienen und den Bienen mit kleinen Leibern theilte, scheint er in die Einsicht des Instinkts allein Mißtrauen gesetzt zu haben.

Welche Einfachheit und Unergründlichkeit in den Mitteln, welche Verkettung der Ursachen und Wirkungen! Wir haben hier ein Bild im kleinen von dieser Harmonie, vor der man in den großen Werken der Schöpfung sich staunend beugt.

Derartige Maßregeln ließen sich nicht aus bloßen Muthmaßungen ableiten. Die Wege der Natur lassen sich nicht errathen; überall zieht sie Bahnen, die unser Wissen verwirren, und nur wenn wir ihr Schritt vor Schritt folgen, gelingt es uns mitunter, einige ihrer Geheimnisse zu enthüllen.

Muß man aus den beschriebenen Thatsachen nicht die Folgerung ziehen, daß die Meßkunst, welche in den Waben der Bienen eine so wichtige Rolle zu spielen scheint, vielmehr das nothwendige Ergebniß, als die Grundlage ihrer Arbeiten ist?

Unsere Leser werden unstreitig die Freude theilen, die wir empfunden haben, als wir folgende Mittheilung erhielten, aus welcher die auffällige Uebereinstimmung zwischen

*) Wir verweisen auf unsere Seite 37 gegebene Berichtigung der Huber'schen Ansicht. K.

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

der von einem ausgezeichneten Mathematiker gegebenen geometrischen Lösung und der Arbeit der Bienen, wie wir sie nach unsern Beobachtungen dargestellt haben, hervorgeht.

Die Zellenböden der ersten Reihe, welche die Neigung der Rhomben der ganzen Wabe bestimmen, stellen durch die Trapezen, aus welchen sie zusammengesetzt sind, zwei Seiten eines Prismas dar, welches so durchschnitten ist, daß es drei gleiche Winkel mit der Rautenfläche, welches in dieselben eingefugt ist, bildet. Man könnte darnach glauben, daß die Bienen zur Erbauung ihrer Zellen durch die bloße Kenntniß befähigt würden, welche sie von dem geneigten Durchschnitt des Prisma besitzen, und die von Le Sage gegebene Lösung zeigt, wie das viel einfacher ist, als man geglaubt hat.

Es gewährt uns eine lebhafte Befriedigung, hier auf die wenig bekannten Arbeiten eines von seinen Landsleuten hochgeachteten Gelehrten aufmerksam machen zu können, und sind wir ermächtigt mitzutheilen, daß der Plan, seine Hauptarbeiten zu veröffentlichen, vom Professor Prevost in Genf keineswegs aufgegeben ist.

Folgender vom Professor Prevost mitgetheilter Artikel mag hier seinen Platz finden.

»Im Jahr **1781** sandte Lhuilier eine Abhandlung über das Minimum an Wachsaufwand beim Zellenbau an Herrn von Castillon ein, welche in der Berliner Akademie vorgelesen und in ihre Abhandlungen von demselben Jahre aufgenommen wurde. Der gelehrte Mathematiker giebt daselbst in wenigen Worten die Geschichte der über diesen Gegenstand von Maraldi, Reaumur, König u. A. angestellten Untersuchungen und behandelt ihn dann nach einer weit einfacheren Methode, als es in den früher veröffentlichten Werken geschehen war, indem er die Frage auf einige rein elementare Sätze zurückführt. In dieser Abhandlung erwähnt er auch G. L. Le Sage's in ehrenvoller Weise. Er zitirt ihn noch einmal in einem späteren Werke und geht hier noch einmal genauer in die Einzelheiten des mathematischen Verfahrens ein, nach welchem dieser Philosoph

die Frage bezüglich der Form der von den Bienen erbauten Zellen gelöſ't hatte. Er giebt an, daß Le Sage seines Wissens der erste gewesen, der diesen Gegenstand auf elementarem Wege algebraisch behandelt und dabei ein Verfahren angewendet habe, welches sich auf alle Fragen anwenden lasse, die den zweiten Grad nicht überschreiten, eine Methode, deren freundliche Mittheilung Lhuilier zehn Jahre vor der Zeit, in welcher er selbst die seinige veröffentlichte, erhalten hatte. *)

Die Abhandlung Lhuilier's enthält nicht bloß die Lösung der Frage bezüglich der Frage der Rhomboidenböden, insoweit es darauf ankommt, für eine gegebene Zelle den mindesten Aufwand an Wachs festzustellen, sondern auch die der Frage des minimum minimorum, oder der Form einer Zelle desselben Rauminhalts, welche den geringsten Aufwand bedingen würde, und verschiedene andere diesen Gegenstand berührende Bemerkungen. Sie schließt mit einer Bemerkung des Herrn von Castillon über die wirkliche Ausdehnung der Bienenzellen.

Da diese Abhandlung und das spätere lateinisch geschriebene Werk, dessen ich erwähnte, vor langer Zeit veröffentlicht und folglich denen zugänglich sind, die sich mit diesen Gegenständen beschäftigen, so kann ich sie darauf verweisen. Doch dürfte es ihnen angenehm sein, hier wenigstens eine Andeutung der ersten Elementararbeit zu finden, welche zur Lösung der Frage bezüglich des Rhomboidenbodens der Bienenzellen angestellt ist. Ein Manuskript von Le Sage's Hand und von altem Datum führt uns diese Arbeit unter einer sehr einfachen Form vor. Es ist aus einer seiner Mappen entnommen, in welcher er die Materialien zu seinem beabsichtigten Werke, dessen man in seiner Biographie erwähnt findet, gesammelt hatte**). Wir theilen

*) Primus, me quidem sciente, methodo mere elementari, et quidem algebraica, idem objectum troctavit agnatus et magister meus, grato animo et summa veneratione ad vitam usque excolendus, sagacissimus mathematicus, Dom. Le Sage, innixus methodo, quae ad omnia problemata secundum gradum non exceenta felicissime applicatur, et quam mecum ante decem annos humanissime communicavit. (De relatione mutua capacitatis et terminorum figurarum etc. Varsoviae 1782).

**) Notice de la vie et des écrits de C. L. Le Sage de Genève, à Paris et à Genève chez J. J. Paschoud, 1805, pag. 73.

es nachstehend wörtlich mit bis auf die zweite Anmerkung, die wir weglassen und statt ihrer eine dem Plane unseres Werkes entsprechende Erläuterung geben.

G. L. Le Sage's Notiz über die Böden der Bienenzellen.

»Die gegenseitige Neigung zweier Ebenen ist gegeben, z. B. 120 Grad; sie sollen durch eine dritte so durchschnitten werden, daß die drei daraus resultirenden Winkel gleich sind.«

»Es ist das eine Aufgabe, die ein sehr beschränkter Arbeiter mit ganz einfachen Instrumenten würde lösen können. Er braucht nur die Mitte einer gegebenen graden Linie zu nehmen, was selbst Insekten vermittelst ihrer Füße leicht erreichen können (a). Und darauf allein beschränkt sich das berufene Problem des Minimum, dessen Lösung man im Boden einer Bienenzelle zu finden so höchlich verwundert ist. Es besteht in der möglichst geringen Aufwendung an Wachs für diesen Boden, ohne den Rauminhalt der Zellen zu vermindern, zu dessen Lösung man unnöthigerweise die ganze Zurüstung der Infinitesimalrechnung aufgewendet hat (b).

NB. »Es ist noch anzusehen, was der Verfasser der »Briefe an einen Amerikaner« bei Erwähnung der Geringschätzung, die Buffon gegen die Form der Bienenzellen, deren sechs Hauptseitenwände er nur zu kennen scheint, äußerte, vermuthlich über diesen Gegenstand sagt.«

(a) Geometrische Erläuterung.

Aufgabe. »Es ist (Siehe B. I. Taf. III., Fig. 2) die Breite AB der Seite eines regelmäßigen sechseckigen Prismas gegeben; einer seiner Kanten soll eine Länge AX, gleich $\sqrt{\frac{AB^2}{8}}$, hinzugefügt, oder genommen werden.«

Lösung. »Durchschneide AB in der Mitte bei C. Mache AD = AC. Ziehe CD; durchschneide sie in der Mitte bei E. Trage AE von A aus auf AD oder ihre Verlängerung ab.«

Beweis. »$(AE)^2 = \frac{1}{2}\,(AC)^2 = \frac{1}{2}\,\frac{(AB)^2}{2} = \frac{1}{2} \times \frac{(AB)^2}{4} = \frac{(AB)^2}{8}$.«

(b) Geometrische Erläuterungen.

Das ist der Titel der zweiten Anmerkung, die wir weggelassen. Sie war bestimmt, algebraisch nachzuweisen, daß die Aufgabe bezüglich des Zellenbodens sich auf die geometrische Aufgabe zurückführen läßt, die in der ersten Anmerkung gelös't ist. Verschiedene Gründe bestimmen uns, statt dieser bündigen und rein algebraischen Bemerkung einige mehr ins Einzelne gehende Erläuterungen zu geben.

In den Werken Lhuilier's, die wir eben zitirten (besonders in den Berliner Abhandlungen von **1781**, in der Scholie S. **284**) kann man die von Le Sage und seinem gelehrten Schüler angewandte Methode, um mit Hülfe der elementaren Algebra das Minimum des Wachsaufwandes bei der Konstrukzion der Zellenböden zu bestimmen, nachsehen.

Indem man sich die Zellen als ein gerades sechseckiges Prisma vorstellt, kommt es darauf an, die Kante dem vorgesetzten Zwecke entsprechend abzuschneiden. Zu dem Ende muß der Rhomboidenboden, der um den Theil der Seiten, dessen Unterdrückung dieser Boden herbeiführt, verringert wird, ein Minimum sein. Nach der Methode, von der wir reden, führt eine einfache Gleichung des zweiten Grades zu folgender Formel: Der Abstand des Durchschnittspunktes zur sechseckigen Basis ist gleich der Halbseite dieser Basis durch die Wurzel aus zwei getheilt, oder (was auf eins hinausgeht) der ganzen Seite durch die Wurzel aus acht dividirt.

Ich reihe hieran gleich auch die Lösung der Frage über den Zellenboden, welche Herr Kramer in Eile Herrn König gegeben hat.

Man fragt, welche Form müssen die Zellenrhomben haben, wenn die Bienen sich mit möglichster Sparsamkeit

ihre Wohnung einrichten, d. h. sich mit dem wenigsten Stoffe die möglich größte Zelle verschaffen wollen.

Zunächst stelle ich mir die Zelle auf den Kopf gestellt wie ein sechseckiges Prisma IKEFGHNOPQ (Taf. VIII.) vor, dann denke ich mir das Dreieck HKF und um jede seiner Seite eine Ebene gedreht, wie AHRK um HK, und AFLK um FK. Diese Ebenen stoßen in A in der Linie CA, die sich perpendikulär aus dem Mittelpunkt C in der Ebene des Sechsecks (α) erhebt, zusammen; dieselben erweiterten Ebenen treffen ELQ, IRO, G, 2c. des Prismas in LR und bilden die Rhomben AKLF, AHRK (β).

Es ist in die Augen springend, daß durch diese Veränderung der Rauminhalt weder vermehrt, noch vermindert wird; denn wenn sie einerseits durch die Pyramide AFKH, die ich mir dreifach getheilt denke, ACKF, ACKH, ACHF, vermehrt wird, so wird sie andererseits durch die drei gleichen Pyramiden LEFK, RIHK und GFH verkleinert (γ); folglich kann die Ersparung nur in der geringeren Aufwendung des Stoffes gefunden werden. Es fragt sich also, welcher Winkel die Ebene eines Rhombus, z. B. AKLF, mit der sechseckigen Basis oder dem Dreieck FKH bilden muß, um den möglichst geringen Stoff zu verbrauchen.

Zu dem Ende denke ich mir, daß, wenn durch die Drehung eines Rhombus auf der Diagonale KF die andere Diagonale AL in die Lage BM überginge, der Rhombus in Wirklichkeit kleiner, die Seiten des Prismas dagegen durch die Dreiecke KLM, FLM vergrößert werden würden. Wenn also die Ebene sich hebt, wird der Rhombus größer, und das Minimum wird gefunden, wenn die Verminderung genau die Vermehrung ergänzt; wenn die beiden Dreiecke KLM und FLM (unendlich klein gedacht) der Differenz zwischen dem Rhombus, dessen Diagonale AL ist, und dem Rhombus, dessen Diogonale BM ist, gleich sind. Nun sind aber diese beiden Dreiecke KLM, FLM gleich mit $KE \times LM$ (δ) $= KE \times AB$ (ε), und die Differenz der Rhomben ist $(AD \times KF) - (BD \times KF) = AS \times KF$; also $KE \times AB = AS \times KF$, oder $KE : KT = AS : AB = AC : AD$; folglich $KE^2 :$

$KF^2 = AC^2 \; AD^2$; oder $KE^2 : KF^2 = 1 : 3$ (ζ); also $AC^2 : AD^2 = 1 : 3$, und dividendo $CD^2 : AD^2 = 2 : 3$ (η); aber $KD^2 : CD^2 = 3 : 1$; also $KD^2 : AD^2 = 2 : 1$, oder $KD : AD = KF : AL = \sqrt{2} : 1$. Die Diagonalen des Rhombus verhalten sich also wie $1 : \sqrt{2}$ oder proxime $= 1 : 1{,}414$ u. s. w.; daraus gewinnt man nach der Tangententafel die Winkel FAK von $109\frac{1}{2}$ Gr. (ϑ), und AFL von $70\frac{1}{2}$ Gr.; auf einen halben Grad ungefähr mit Maraldi übereinstimmend.

Erläuterungen.

α) Nur wenn die drei Ebenen gleichmäßig gedreht sind, kann ihr Berührungspunkt in diese perpendikuläre Mitte fallen.

β) Um zu beweisen, daß diese Vierecke Rhomben sind muß man zunächst beachten, daß durch die Regelmäßigkeit der Konstrukzion $AH = AK = AF$, und $RH = RK = LK = LF$ u. s. w., so daß die Diagonale HK z. B. durch die Diagonale AR perpendikulär in zwei gleiche Theile in dem Punkte T getheilt wird; (es ist das die Eigenthümlichkeit isolirter, durch ihre gemeinschaftliche Basis entgegengesetzter Dreiecke). Wenn die drehende Ebene in die Ebene des Sechsecks tritt, bildet sie zufolge der Eigenschaft des regelmäßigen Sechsecks den Rhombus CHIK, so daß CI ebenfalls HK perpendikulär in zwei gleiche Theile zerlegt. AR und CI durchschneiden sich also gegenseitig in T und bilden mit den Parallelen AC und IR die Dreiecke ACT und RIT; oder CI ist zufolge der Eigenschaft des regelmäßigen Sechsecks durch HK in zwei gleiche Theile getheilt, d. h. $CT = IT$; die ähnlichen Dreiecke ACT RIT haben eine homologe Seite, sie sind also gleich und ähnlich, also $AT = RT$, also ist AHRT ein Rhombus, was ebenso auf AKLF und auf das dritte Viereck angewendet werden kann.

γ) Zufolge der Eigenschaft des regelmäßigen Sechsecks sind die Dreiecke HCK und KIH gleich, und durch die Gleichheit und Aehnlichkeit der Dreiecke ACT und RIT $AC = RI$; folglich haben die Pyramiden ACKH, HIKR

gleiche Basis und Höhe; und ebenso verhält es sich mit ACKT und LEFK, wie auch mit ACHF und GFH.

δ) KIR $= \frac{1}{2}$ KI $\times$ IR $= \frac{1}{2}$ KE $\times$ LM; oder KLM und TLM sind gleich KIR zufolge der Regelmäßigkeit der Konstrukzion; also KLM = FLM = KI $\times$ IR.

ε) Die Dreiecke ABD und LMD (durch zwei gerade Linien AL u. MB, die sich durchscheiden und die Parallelen AB und ML gebildet) sind ähnlich; außerdem haben sie eine völlig gleiche Seite (denn da AKLT ein Rhombus ist, so wird die Diagonale AL durch die Diagonale IK in zwei gleiche Theile getheilt); folglich sind sie kongruent, also AB = LM.

ζ) Da CFE gleichseitig ist, ist FE = 2 DE, TE^2, $= 4\ DE^2$; oder nach dem pythagoräischen Lehrsatze $DF^2 = FE^2 - DE^2$; also $DF^2 = 3\ DE^2$, $(2\ DF)^2 = 3\ (2\ DE)^2$, $KF^2 = 3\ KE^2$; weßhalb $KE^2 : KF^2 = 1 : 3$.

η) Weil $AC^2 : AD^2 = 1 : 3$, oder $AD^2 : AC^2 = 3 : 1$, hat man dividendo $AD^2 - AC^2 : AC^2 = 2 : 1$, und nach dem pythagoräischen Lehrsatze $CD^2 : AC^2 = 2 : 1$, oder $AC^2 : CD^2 = 2 : 1$; componendo $AC^2 \times CD^2 : CD^2 = 3 : 2$; und nach dem pythagoräischen Lehrsatze $AD^2 : CD_2 = 3 : 2$, oder $CD^2 : AD^2 = 2 : 3$.

ϑ) AD sinus totus verhält sich zu KD, der Tangente des Winkels DAK, wie $1 : \sqrt{2}$, oder 100,000 zu 141,421; also hat DAK $54^\circ\ 44\frac{1}{4}'$, also FAK $= 109^\circ\ 28\frac{1}{2}'$ und AFL $= 70^\circ\ 31\frac{1}{2}'$.

V. Kapitel.

Abweichungen im Zellenbau.

Die Untersuchungen über die Einrichtung und Entwicklung thierischer Erzeugnisse sind trotz ihrer großen Bedeutung in den Augen des philosophischen Naturforschers vielleicht nicht gerade die anziehendsten. Diejenigen, welche die Abstufungen, Hülfsmittel und Schranken des Vermögens, welches bei einer so zahlreichen Klasse von Geschöpfen das Urtheil vertritt, zum Gegenstande hat, eröffnen seinem Nachdenken ein noch viel weiteres und fruchtbareres Feld.

Der gemeine Mann nimmt gewöhnlich an, daß die Empfindungen und die Naturbedürfnisse eine unbeschränkte Gewalt auf die Thiere ausüben. Der Einfluß dieser Triebfedern erstreckt sich unzweifelhaft auf eine Menge von Umständen; indeß würde es doch ebenso schwierig sein, aus dem Reize der Lust allein, oder aus der Furcht vor Unbehagen das Verhalten der dem Instinkte unterworfenen Geschöpfe erklären zu wollen, als es ungerecht sein würde, die Tugenden des Menschen aus der Eigenliebe abzuleiten, wenn auch die Behauptung öfters aufgestellt worden ist, daß die Selbstsucht die alleinige Triebfeder seiner Handlungen sei.

Sollten auch zwischen der Organisazion und dem Charakter der Geschöpfe so bestimmte Beziehungen stattfinden, wie man voraussetzt, so sind dieselben jedenfalls in so unverständlichen Zügen angegeben, daß sie unserer

Analyse nur zu oft entgehen. Man kann wohl aus ihrer körperlichen Gestaltung gewisse hervorstechende Charakterzüge feststellen, z. B., aus den Schnäbeln und Füßen gewisser Vögel im allgemeinen auf die Orte schließen, welche sie bewohnen, und auf die Nahrungsmittel, von denen sie sich ernähren; aber von hier bis zu den mancherlei Listen der Thiere und den mancherlei Wendungen ihres Instinkts ist noch ein weiter Abstand. Selbst dann noch, wenn man nach der Kenntniß ihres gewönlichen Verhaltens urtheilen wollte, könnte man sich täuschen; denn viele unter ihnen wissen in schwierigen Lebenslagen sehr sinnreiche Mittel in Anwendung zu bringen; dann treten sie aus ihrer gewohnten Weise heraus und scheinen sich nach der Lage zu richten, in der sie sich gerade befinden. Das ist unstreitig eine der merkwürdigsten Erscheinungen in der Naturgeschichte.

Unabänderliche Gesetze in Beziehung auf das Verhalten der Thiere fesseln unsere Bewunderung; denn der Geist gewöhnt sich leicht an Vorstellungen von Ordnung und schließt sich gern einem gleichförmigen Plane an. In den Plänen des Schöpfers herrscht aber eine gewisse Mannichfaltigkeit, eine Freiheit, welche eine Abbild der Allmacht ist. Die widersprechendsten Bedingungen vereinen sich hier ohne Zusammenstoß und Verwirrung. Begreift man wohl, daß Geschöpfe, die einem allgemeinen Gesetze unterworfen und mit einer beschränkten Einsicht begabt sind, sich vom Buchstaben entfernen und frei handeln können, das Vermögen besitzen, ihr Verfahren den Umständen anzupassen und die Regeln, an die sie gebunden schienen, abzuändern? Wie mag man sich überreden, daß es in dem großen Gesetzbuche der Natur Ausnahmegesetze giebt, und daß die Thiere, die auf das Empfindungsvermögen beschränkt sind, unter Umständen handeln können, als wüßten sie die Absichten des Gesetzgebers zu deuten? Das sind unzweifelhaft Erscheinungen, die durch keine Theorie erklärt werden. Doch machen wir uns nicht etwa von der Natur der Thiere falsche Vorstellungen, täuschen wir uns nicht über die Entfernung, in welche wir sie von unsern Geistesfähigkeiten stellen? Das würde der sorgfältigsten Nachforschung werth sein, und die

Arbeiten der Zoologen sollten darauf als auf ihr Endziel hingerichtet sein. Um unsererseits unsere Schuld in dieser Beziehung zum Theil wenigstens abzutragen, wollen wir auf einige Abweichungen aufmerksam machen, die wir im Verhalten der Bienen beobachtet haben.

Die Folgerungen, welche ich daraus glaube ziehen zu können, will ich dann erst entwickeln, wenn ich ihre Verrichtungen im Zusammenhange zur Anschauung gebracht habe, und mir einige Betrachtungen über die Stellung erlauben darf, welche die Bienen in der Rangordnung der Geschöpfe einzunehmen wirklich berechtigt sind.

In Bezug auf die Herstellung ihrer Waben und deren Bestimmung ist aufs umsichtigste vorgesehen. Nach unten gekehrte Zellen, wie die Wespen sie erbauen, konnten sich für die Bienen nicht eignen, weil sie eine Flüssigkeit aufspeichern müssen. Jede Wabe enthält eine unendliche Menge kleiner horizontal gestellter Honigtöpfchen, welche auf ihre beiden Seiten vertheilt sind. Vielleicht trägt die Form dieser Behälter und die Verwandtschaft zwischen Wachs und Honig dazu bei, daß der Honig nicht auslaufen kann*); die Waben sind als parallele Kuchen aufgehängt, zwischen denen nur enge, einige Linien breite Gassen sich finden. Nach dem ziemlich regelmäßigen Maße dieser Abstände und der gewöhnlichen Dicke der Waben habe ich meinen Bücherstock konstruirt, dessen ich mich stets mit Erfolg bedient habe.

Der Parallelismus der Waben gehört keineswegs zu denjenigen Punkten der Bienenbaukunst, deren Erklärung die wenigste Schwierigkeit darbietet; eine Erklärung würde aber geradezu unmöglich sein, wenn man von der Voraussetzung ausgehen wollte, daß ihre Grundlegung gleichzeitig

---

*) Die Gründe, warum der Honig aus den horizontal gestellten Zellen nicht abfließen kann, sind wohl nur mechanischer Natur, und liegen theils in der inneren etwas nach oben geneigten Richtung der Zellen, in dem Luftdrucke, der auf den Honig in den zylindrischen Zellen einwirkt, und darin, daß die Bienen den leeren Raum der Zellen sorgfältig trocken halten, wodurch der Honig vor der Neigung zum Ausfließen geschützt wird. Je mehr die Zelle mit Honig gefüllt wird, desto sorgfältiger beugen die Bienen dem Ausfließen vor, indem sie allmählich vom Zellenrande aus einen Wachsdeckel über die Zellenöffnung ziehen und diesen in der Mitte schließen, sobald die Zelle hinreichend angefüllt ist. K.

von verschiedenen Arbeitern vorgenommen würde. Die Erfahrung lehrt uns im Gegentheile, daß man die Bienen niemals hier und da Wachsblöcke zu gleicher Zeit anlegen sieht. Eine einzige Biene legt das Material in einer Richtung an, die ihr die angemessene zu sein scheint; sobald sie sich entfernt, ersetzt sie eine andere; der Block gewinnt an Ausdehnung und die Bienen bearbeiten abwechselnd seine beiden Seiten. Kaum aber sind einige Zellenreihen angelegt, als man auch schon zwei andere, dem ersten ähnlichen Blöcke entdeckt, die in gleichem Abstande und in paralleler Richtung, der eine auf der vorderen, der andere auf der hintern Seite errichtet sind. Diese Blöcke werden bald zu kleinen Waben, denn die Bienen arbeiten mit bewundrungswürdiger Schnelligkeit. Kurz nachher erblickt man weitere zwei, mit den vorhergehenden parallel angelegt; sie erweitern und verlängern sich immer nach Verhältniß des Alters der Anlage; der mittlere überragt als der am meisten vorgeschrittene diejenigen, die mit seinen beiden Seiten parallel laufen um einige Zellenreihen, und diese die folgenden um ebenso viel. So sind die beiden Seiten einer Wabe immer zum größten Theil durch die angrenzenden versteckt.

Wie gewinnen aber die Bienen so genaue Maße, und woher kennen sie die parallele Richtung zur ersten Wabe? Das zu erklären, mache ich auch nicht einmal den Versuch; indeß sieht man doch deutlich, daß, wenn es den Bienen freigegeben wäre, zu gleicher Zeit verschiedene Wachsblöcke unter der Decke ihres Stocks anzulegen, diese Entwürfe weder auf die richtige Entfernungen berechnet, noch in eine parallele Richtung zu einander gebracht werden könnten.

Ein Beispiel der Uebereinstimmung findet man noch in der Entwerfung der Zellen. Es ist immer nur eine Biene, welche die Stelle der ersten Aushöhlung wählt und bestimmt. Ist diese einmal gegeben, so dient sie zur Richtschnur aller weiteren Arbeiten. Wenn gleich anfangs mehre Arbeiter gleichzeitig ebenso viele Höhlungen in einem Wachsblocke anlegten, so würde das Ebenmaß der Zellen, welches aus ihrer Arbeit hervorgehen sollte, dem Zufall überlassen bleiben,

denn die Bienen sind keiner Zucht unterworfen und wissen nichts von Subordinazion.

Unzweifelhaft arbeitet eine große Menge Bienen an einer und derselben Wabe; sie leitet aber kein gleichzeitiger Anstoß, wie man leicht zu glauben verleitet werden könnte, wenn man ihre Arbeiten nicht von Anfang beobachtete. Dieser Anstoß ist ein ununterbrochener und fortgehender; eine einzige Biene beginnt jede Operazion und mehre andere verbinden allmählich ihre Anstrengungen mit den ihrigen, um dasselbe Ziel zu erreichen. Eine jede von ihnen scheint aus freiem Antriebe einer Richtung zu folgen, die entweder durch ihre Vorgängerinnen, oder durch den Zustand vorgezeichnet ist, in welchem sie das Werk findet, zu dessen Fortführung sie sich berufen fühlt, und die Biene, welche eine neue Arbeit beginnt, wird selbst dann durch die Wirkung einer gewissen Harmonie, welche in dem Fortgange ihres Werks herrschen muß, angetrieben. Wenn indeß aber irgend etwas in dem Verhalten der Bienen die Vorstellung einer fast einmüthigen Zusammenstimmung hervorrufen konnte (was ich jedoch nur als eine höchst zweifelhafte Möglichkeit gelten lasse), so ist es die Unthätigkeit, worin das ganze Volk verbleibt, während eine einzige Arbeiterinn über die Richtung der Wabe entscheidet. Gleich darauf unterstützen sie andere und vergrößern den Block; dann treten sie in ihre Unthätigkeit zurück, worauf wieder ein einziges Individuum eines andern Gewerks, wenn man dieses Ausdrucks von Insekten sich bedienen darf, den ersten Riß zu einem Zellenboden entwirft, der durch seine ganz besondere Form eine ganz verschiedene Arbeit einleitet; das ist der Grundriß, der die Verhältnisse des ganzen Grundes bestimmt. Ein feines Gefühl läßt die Arbeiter durch die Wand hindurch, in welcher sie arbeiten müssen, und von der entgegengesetzten Seite her die Lage der Ränder dieser Höhlung wahrnehmen, und darnach richten sie ihre Bemühungen, den Boden zu neuen Zellen abzutheilen. Jedoch nicht mit Hülfe dieser Rippen allein finden sie die Richtung, die sie innehalten müssen, denn wir konnten uns überzeugen, daß sie auch noch verschiedene Umstände

sich zunutze machten, um sich bei ihren Aushöhlungen leiten zu lassen. Die Biene, welche die erste Zelle aushöhlt, macht hierin gewiß eine bemerkenswerthe Ausnahme; sie arbeitet in einem rohen Blocke, und kann folglich nichts ihr zur Richtung dienen; sie muß ihr Instinkt allein anleiten.

Die Arbeiter dagegen, welche berufen sind, die Höhlungen der zweiten Reihe zu entwerfen, können an die Ränder und Winkel derjenigen, welche schon vorher auf derselben Seite angelegt waren, sich halten und sich ihrer als Basis oder Ausgangspunktes für die spätere Arbeit bedienen. Ich will demnächst ein auffälliges Beispiel anführen, mit welcher Geschicklichkeit sie sich dieselben zunutze zu machen verstehen, wenn ihnen keine andere Hülfsmittel zu Gebote stehen; vorher aber erst noch ein Wort von der gewöhnlichen Arbeit der Arbeitsbienen. Bisher hatte ich sie ihre Bildnereien nur aufwärtsbauend vollziehen sehen, und ich habe die ganze Reihenfolge der Verfahrungsart geschildert, die sie befolgen, wenn sie auf diese Weise arbeiten. Was mir damals ihr Verhalten zu erklären schien, und die Resultate, zu denen sie dann gelangen, konnte jedoch möglicherweise ein Ausnahmefall sein.

Es mußte folglich ermittelt werden, ob sie immer in derselben Weise und mit all den beobachteten Abstufungen zu Werke gingen. Aufwärts bauend schritt ihre Arbeit weniger rasch vor, als wenn sie ihre Waben in der entgegengesetzten Richtung ausführen. Dieser Umstand war indeß für die Beobachtung der verschiedenen Arbeiten, welche die Bildung ihrer Zellen erfordert, sehr günstig gewesen; denn es würde ohne das geradezu unmöglich gewesen sein, all ihren Unternehmungen ins Einzelne folgen zu können, und doch hatte die Langsamkeit der Bienen bei dieser Gelegenheit auch ihre Unannehmlichkeiten; mitunter wurde ihre Arbeit stundenlang gänzlich eingestellt; die Einen brachten kein Wachs herzu, wenn es daran mangelte, die Andern arbeiteten es nicht sogleich aus, wenn es herbeigeschafft war, oder sie errichteten auch wohl mehre Blöcke auf derselben Leiste. Es war nicht zu verkennen, daß ihre Arbeit verzögert und behindert wurde, und nur vermittelst der

Menge der kleinen Waben, die wir hier erbauen sahen, konnten wir uns über die Unregelmäßigkeit in ihren Vorrichtungen hinwegsetzen und eine richtige Vorstellung von ihrem Bau gewinnen. Es kam uns also darauf an zu erforschen, ob ihr Verfahren, welches wir sie hatten beobachten sehen, auch in den gewöhnlichen Verhältnissen in jeder Beziehung dasselbe bleiben würde. Zu dem Ende ließ ich einen Stock ganz neuer Form anfertigen (Tafel I, Figur 6).

Um meinen Absichten entsprechen zu können, mußte der Deckel aus mehren Stücken zusammengesetzt sein und abgenommen werden können, wenn der Stock auch mit Bienen besetzt war, ebenso mußten diese Stücke jedesmal auseinander- und abzunehmen sein, wenn man über den Fortgang ihrer Arbeit urtheilen wollte. Ein Deckel, der aus Glasstreifen und Holzleisten zusammengesetzt war, die mit einander abwechselnd in eine horizontale Lage gebracht wurden, konnte dazu ausreichen. Zwei an den beiden Enden der Leisten angebrachte Schrauben setzten uns in den Stand, die Waben weit genug über den Fuß des Kastens zu erheben, um sie bequem zu erheben und sie wieder in ihre vorige Stelle zu bringen, ohne die Bienen zu stören; ja wir konnten uns auf diesem Wege derjenigen bemächtigen, die wir aufbewahren wollten, und die Bienen zwingen, sie durch andere zu ersetzen.

Sobald sie sich in dieser neuen Wohnung eingerichtet hatten, bauten sie ihre Waben längs der Holzleisten, die sie zur Richtschnur und zum Stützpunkt nahmen.

Der zuerst errichtete Block bot für unsere Beobachtung nichts Neues; wir entfernten ihn, und die Bienen bauten sogleich einen andern, den sie gleichfalls auf der Kante einer der beiden Leisten anlegten; diesmal ließen wir den Arbeitern die Zeit, ihre ersten Zellen aus dem Gröbsten auszuarbeiten. Dann schroben wir die Schrauben in die Höhe, auf denen der Träger ruhte, und indem sich dieser hob, konnten wir den Bau der neuen Entwürfe beobachten. Diese zeigten uns dieselben Hohlkehlen, die wir bei dem aufsteigenden Bau beobachtet hatten. Wir schroben die Schrauben

ebenso wieder hinab, wie wir sie heraufgeschroben hatten, und die Bienen setzten ihre Arbeit fort. Wenige Minuten später wurde die Wabe von neuem in Augenschein genommen; die Entwürfe waren weiter vorgeschritten, die Zellen der beiden Seiten waren ungleich und zeigten vertikale Trapeze. Nur die vorderen Zellen hatten an ihrem unteren Ende einen Rhombus. Hierauf sahen wir die Bienen an die Zellen der zweiten Reihe sich machen, und wir gewannen die Ueberzeugung, daß der Gang in ihren Arbeiten in allen Beziehungen demjenigen ähnlich war, den wir sie unter ganz verschiedenen Verhältnissen hatten innehalten sehen.

Wir nöthigten die Bienen, eine große Anzahl kleiner Waben anzufangen, deren mehr oder weniger ausgeführte Entwürfe uns belehrten, daß sie nach denselben Prinzipien und mit denselben Abstufungen wie die aufwärts steigenden ausgeführt waren.

Es ist also hinreichend erwiesen, wie ich glaube, daß die eigenthümliche Gestaltung der ersten Zellen auf beiden Seiten die Form der Pyramidenböden aller nachfolgenden Zellen in unabänderlicher Weise feststellt.

Man konnte unmöglich voraussetzen, daß die Bienen die Kunst besäßen, beim Beginn ihres Bauwerks andere Maße und eine Methode anzuwenden, welche von derjenigen ganz verschieden ist, die sie bei den ganzen übrigen Waben in Anwendung bringen. Dieser einzige Zug beweis't schon, daß die Bienen nicht völlig maschinenmäßig verfahren. Da man aber eine Art Nothwendigkeit in dieser Anordnung erblicken könnte, so will ich das Beispiel eines durchaus abweichenden Ganges anführen, welches nicht so gar selten vorkommt.

Wenn ich die Bienen nöthigte, von unten nach oben zu bauen, so legten sie auf der horizontalen Fläche der Leisten gewöhnlich von Grund aus neue Blöcke zu den Waben an, waren jedoch nicht immer gleich willfährig. Nicht selten habe ich sie das Wachs, welches sie unter ihren Ringen hatten, dazu verwenden sehen, alte Waben bis in den Raum zu verlängern, wo sie meinem Wunsche nach neue hätten anlegen sollen (Taf. IX, Fig. 2).

Die Art, wie sie dabei zu Werke gehen, verdient einige Beachtung. Um die unter einer Leiste befindliche Wabe fortzuführen, und sie in dem Raume über derselben aufwärts fortzubauen, ziehen sie zunächst den oberen Theil der Rippen der Zellen der ersten Reihe perpendikulär mit der Wabenfläche weiter aus und zwar so, daß ihre Ausgänge den Rand der Leiste um ein Weniges überragen; haben sie auf diese Weise ihre Meßstangen ausgesteckt und die Ausgangspunkte festgestellt, so bringen sie Wachs auf die vertikale Seite der Leiste, bilden aus diesem Material Kurben, welche von zwei benachbarten Rippen ausgehen und denen ähnlich sind, welche der untere Theil der entworfenen Zellen darstellt. Diese nun müssen sie in zwei Seiten einer Zelle umgestalten. Wir haben gesehen, daß die Zellen der ersten Reihe nur vier Wände, zwei untere geneigte und zwei seitliche perpendikuläre haben; über den Enden dieser letzteren erheben sich die fraglichen Kurben, welche getheilt der Zelle einen sechseckigen Umriß geben.

Vom Gipfelpunkte dieser Kurben ausgehend, errichten nun die Bienen unmittelbar am Holze ebenso viele vertikale Rippen, denen sie dieselben Dimensionen wie den gewöhnlichen Zellen geben, und wenn sie die geeignete Länge haben, schließen die Bienen sie mit Kurben, die den vorigen ähnlich sind; hierauf geben sie den Umrissen eine regelmäßige Form, indem sie ihre Ränder zurichten, ihre Winkel auswirken, ihnen eine gleichmäßige Dicke geben u. s. w. Die Figuren, welche sie in dieser Weise auf der vertikalen Seite der Holzleiste entwerfen sind regelmäßige Sechsecke, denn jeder Raum ist von sechs gleichmäßig geneigten Rippen umschlossen, die den Zellenwänden, welche die Bienen hier später aufführen könnten, zur Basis dienen. Diese Zellen werden flache Böden besitzen, weil sie ihnen durch die Fläche der Leisten so gegeben sind, ihr Durchmesser aber wird demjenigen gleich sein, den sie erhalten hätten, wenn sie in einem Wachsblocke ausgewirkt worden wären. Ist die Leiste höher, als der Durchmesser einer gewöhnlichen Zelle, so legen die Bienen neue Rippen an, deren untere Enden sie auf die Spitze der vorhin entworfenen Sechsecke auf-

setzen, und denen sie weiterhin ebenso auch Kurben hinzufügen, bis sie den oberen Rand der Leiste erreicht haben. Wenn der Raum es zuläßt, fahren sie mit ihrem Baue auf dem Holze fort und legen mehre Reihen Sechsecke über einander an, sind sie aber einmal an dessen oberen Rand gekommen, so verlassen sie die vertikale Richtung, verlängern auf der horizontalen Oberfläche der Leiste die Ausgänge der letzten Zellen, die sie auf der aufsteigenden Seite angelegt haben, und erheben, wenn sie bis zur Mitte ihrer Breite gekommen sind, hier einen neuen Wachsblock, den sie nach der Verlängerung der auf dem Holze entworfenen Sechsecke auswirken; den Böden der ersten Zellen werden sie die den Zellen der ersten Reihe gewöhnliche Form, allen nachfolgenden Reihen aber drei Rhomben geben.

Man sieht hieraus, daß die Bienen auch auf Holz Zellen bauen und ihnen einen sechseckigen Umriß geben können, selbst wenn sie keine Pyramidenböden und gegenüberliegende Rippen haben, die ihnen zur Richtschnur dienen könnten. Weichen sie dann auch von ihrer gewöhnlichen Weise ab, so behalten sie doch das Maß der Zellen und die Form ihrer Seiten bei; sie besitzen also die Fähigkeit, ebenmäßige Figuren auf Holz zu entwerfen, wodurch sie in ihrer weiteren Arbeit geleitet werden. Dann bemerkt man aber, daß sie die Winkel der vorhergehenden Zellen benutzen, um neue Rippen zu bilden und ihren Kurben eine geeignete Basis zu geben. Diese Zellen mit flachem Boden zeigen weniger Regelmäßigkeit, als die gewöhnlichen Zellen; mancher Zellenrand ist nicht winklig, bei manchen andern sind die Dimensionen nicht genau; nichts destoweniger erkennt man doch selbst bei denjenigen, welche sich von der ebenmäßigen Form am meisten entfernen, eine mehr oder weniger angedeutete sechsfache Theilung.

Wir haben die Bienen bei ihrem auf- und abwärts geführten Baue beobachtet; begreiflich lag der Wunsch nahe, uns davon zu überzeugen, ob man die Bienen nicht auch veranlassen könne, ihre Waben in irgend welch einer anderen Richtung zu bauen. Wir versuchten, sie auf Irrwege zu führen, indem wir sie in einen Stock versetzten, dessen Boden

und Decke ganz aus Glas bestand, und wo ihnen weder für ihre Waben, noch für sich ein anderer Stützpunkt geboten war, als die senkrechten Wände ihrer Wohnung.

Sie gruppirten sich in einer Ecke des Stocks zusammen und arbeiteten inmitten eines dichten Haufens, den wir nicht zu durchdringen vermochten; wollten wir darum über ihre Arbeit urtheilen können, so mußten wir sie von ihrem Platze vertreiben, und als dies geschehen, fanden wir, daß sie ihre Waben perpendikulär an eine der senkrechten Wände des Stocks angebaut hatten. Sie waren ebenso regelmäßig, wie diejenigen, welche sie für gewöhnlich unter einer horizontalen Fläche erbauen. Das Resultat war sehr bemerkenswerth; denn die Bienen, gewohnt abwärts bauend ihre Arbeiten auszuhöhlen, waren gezwungen die Grundlage ihrer Waben auf einer Fläche anzulegen, die ihnen von Natur nicht zur Basis dienen kann, und doch waren die Zellen der ersten Reihe denen, die sie in ihren gewöhnlichen Stöcken bauen, bis auf die verschiedene Richtung ähnlich. Die anderen Zellen waren deßhalb nicht weniger zum gewöhnlichen Gebrauche geeignet, auf beiden Seiten der Wabe gleichmäßig vertheilt und ihre Böden korrespondirten mit einander in demselben Ebenmaße.

Ich unterwarf diese Bienen einem noch weit gewaltsameren Versuche. Indem ich wahrnahm, daß sie ihre Waben auf dem kürzesten Wege zur gegenüberliegenden Wand zu führen suchten, kam ich auf den Gedanken, das Brett, an welchem sie dieselben befestigen zu wollen schienen, mit einem Spiegelglase zu bedecken, um zu erfahren, ob sie sich mit einem Stützpunkte würden genügen lassen, dem sie sich für gewöhnlich nur soweit anvertrauen, als ihre Traube in der Nähe irgend einen Gegenstand findet, der weniger glatt, als das Glas ist, und woran sie sich aufhängen kann. Ich wußte zwar, daß sie, wenn sie freie Wahl haben, ihre Waben lieber am Holze befestigen, und sich erst dann entschließen, auf dem Glase zu arbeiten, wenn sie alle anderen Hülfsmittel, ihren Bau zu befestigen, erschöpft haben; dennoch zweifelte ich nicht, daß sie, am Glase angekommen, den Versuch machen würden, zwischen der Wabe und der

Oberfläche des Glases einige Bänder anzubringen mit dem Vorbehalte, ihr mit der Zeit eine zuverlässigere Befestigung zu sichern, jedenfalls dachte ich auch im entferntesten nicht an den Ausweg, den sie einschlugen.

Sobald das Brett durch eine glatte und glittschige Oberfläche verdeckt worden war, verließen die Bienen ihre bisherige Richtung, sie setzten ihre Arbeit zwar fort, wandten aber ihre Waben knieförmig in einem rechten Winkel so, daß ihr vorderes Ende in seiner Verlängerung eines der Brettchen erreichen konnte, die ich unbedeckt gelassen hatte.

Ich vervielfachte diesen Versuch auf die mannichfachste Weise, und die Bienen veränderten regelmäßig die Richtung ihrer Waben, wenn ich ihnen eine Fläche entgegenstellte, die zu glatt war, als daß sie sich an der Decke oder den Wänden des Stocks traubenförmig hätten anhängen können, und wählten stets eine solche, die zu einer Holzwand hinführen konnte. Ich nöthigte sie, ihre Waben immer wieder zu drehen, und ihnen die seltsamsten Formen zu geben, indem ich sie mit einem Spiegelglase verfolgte, welches ich in einiger Entfernung vor dem Rande derselben aufstellte.

Diese Resultate deuten auf einen wahrhaft bewundrungswürdigen Instinkt hin, ja, sie setzen mehr, als bloßen Instinkt voraus, da Glas keineswegs ein Stoff ist, gegen welchen die Natur etwa die Bienen verwahrt hatte. Im Innern eines Baumes, ihrer naturgemäßen Wohnung, findet sich nichts, was mit dem Glase irgend welche Aehnlichkeit oder dessen Glätte besäße. Das Auffälligste hierbei war, daß sie nicht erst so lange warteten, bis sie an die Oberfläche des Glases gekommen waren, um die Richtung ihrer Waben zu ändern, sie wählten schon früher diejenigen, welche sie für die geeignete hielten. Hatten sie nun die Unannehmlichkeiten, welche aus einer anderen Bauweise entstehen konnten, im voraus erkannt? Die Verfahrungsweise, ihren Waben ein Knie zu geben, war nicht minder seltsam; sie mußten nothwendigerweise die gewöhnliche Ordnung ihrer Arbeit und die Dimensionen der Zellen ab-

ändern. Sie machten diejenigen, welche auf der erhabenen Seite standen, viel breiter, als die auf der gegenüberliegenden; jene hatten einen zwei- oder dreimal größeren Durchmesser, als diese. Begreift man, wie so viele Insekten, die zugleich auf den Rändern der Waben beschäftigt sind, sich darüber einigen konnten, ihnen von einem Ende zum andern dieselbe Krümmung zu geben? Wodurch wurden sie bestimmt, auf einer Seite so kleine Zellen zu errichten, während sie denen auf der entgegengesetzten Seite eine so übergroße Ausdehnung gaben? Muß man sich nicht wundern, daß sie die Kunst besitzen, Zellen von so verschiedener Größe mit einander in Uebereinstimmung zu bringen? Indem der Boden dieser Zellen denen beider Seiten gemeinschaftlich ist, so nahmen nur die Zellenrohre eine mehr oder weniger ausgeweitete Form an. Vielleicht hat noch kein anderes Insekt einen stärkeren Beweis von den Hülfsmitteln geliefert, welche der Instinkt ausfindig machen kann, wenn er gezwungen wird, seine gewöhnlichen Wege zu verlassen.

Betrachten wir aber die Bienen in ihren naturgemäßen Verhältnissen; denn es ist nicht gerade nothwendig, ihren Instinkt auf die Probe zu stellen, um zu erfahren, daß sie die Ordnung ihres Baues verschiedentlich abändern können. Vergleicht man die Anforderungen der Natur an die Bienen mit den Mitteln, die sie in unvorhergesehenen Fällen entfalten, so mag man um so besser über den Umfang ihrer Fähigkeiten urtheilen.

Da die Bienenzellen Individuen von verschiedener Größe zur Wiege dienen sollen, so mußte der Durchmesser dieser Zellen dem Gegenstande ihrer Bestimmung angepaßt sein. Die Arbeitsbienen, denen die Sorge oblag, Drohnenwaben zu bauen, mußten also nach einem größeren Maßstabe arbeiten, als wonach sie die Arbeitsbienenzellen anlegen; aber sie gaben ihnen dieselbe Form, ihre Böden sind gleichfalls durch drei Rhomben, ihre Prismen aus sechs Wänden zusammengesetzt, und ihre Winkel sind denen der kleinen Zellen gleich. Der Durchmesser der Arbeiterzellen beträgt $2\frac{2}{5}$ Linien, der der Drohnenzellen $3\frac{1}{3}$ Linie; diese Maße sind ziemlich fest, so daß Schriftsteller der Ansicht gewesen

sind, man könne sie als allgemeines unveränderliches Eichmaß für die gewöhnlichen Maße annehmen.

Nur selten nehmen die Drohnenwaben den oberen Theil der Waben ein; gewöhnlich findet man sie in der Mitte oder an den Seiten, stehen daselbst aber nicht vereinzelt, sondern zusammen und korrespondiren mit einander auf beiden Wabenseiten.

Man hat noch nicht beobachtet, wie es den Bienen möglich wird, von Drohnenzellen zu Arbeiterzellen und umgekehrt übergehen zu können, ohne daß ihr Werk augenfällige Unförmlichkeiten darbietet. Die Umgebung der Drohnenzellen kann den Uebergang von den einen zu den andern allein erklären. Sobald sie Drohnenzellen unter Arbeitszellen bauen wollen, errichten sie erst mehre Reihen von Uebergangszellen, deren Durchmesser allmählich sich erweitert, bis sie denjenigen erreicht haben, welcher für die Drohnenzellen bestimmt ist, und umgekehrt, wenn die Bienen wieder zu Arbeiterzellen übergehen wollen, kehren sie erst allmählich wieder zu dem gewöhnlichen Durchmesser dieser Gattung zurück.

Gewöhnlich trifft man zwei oder drei Reihen Uebergangszellen. Die ersten Drohnenzellen haben noch Theil an der Unregelmäßigkeit der Rippen, nach denen sie gebildet sind; es finden sich Zellen, die, anstatt mit drei Zellen mit einer Zelle korrespondiren. Ihre Furchen stehen zwar stets in gleicher Linie mit den Rippen; aber die Wand der einen Seite theilt, statt gerade in den Mittelpunkt der gegenüber liegenden Zelle zu treten, dieselbe ungleich, was die Bodenform in der Weise abändert, daß sie nicht mehr drei gleiche Rauten zeigt, sondern aus mehr oder weniger unregelmäßigen Stücken zusammengesetzt ist. (Vergleiche den Nachtrag am Schlusse dieses Kapitels).

In dem Maße, wie man sich von den Uebergangszellen entfernt, werden die Drohnenzellen regelmäßiger, und trifft man dann oft mehre auf einander folgende Reihen ohne irgend einen Fehler; die Unregelmäßigkeiten treten an den

Grenzen der Drohnenzellen von neuem wieder auf und hören erst nach mehren Reihen unförmiger Arbeiterzellen wieder auf.

Wenn die Bienen Drohnenzellen erbauen wollen, errichten sie am Rande ihrer Wabe einen Wachsblock, welcher dicker ist als derjenige, den sie für die Arbeiterzellen anlegen. Sie geben ihm auch eine beträchtlichere Höhe, weil es ihnen ohne das unmöglich sein würde, dieselbe Ordnung und dasselbe Ebenmaß beizubehalten, indem sie nach einem größeren Maßstabe arbeiten.

Man hatte öfters auch Unregelmäßigkeiten an den Zellen der Königinnen wahrgenommen. Reaumur, Bonnet und verschiedene andere Naturforscher führen Beispiele davon wie ebenso viele Unvollkommenheiten an. Wie groß würde ihre Verwunderung gewesen sein, wenn sie gefunden hätten, daß ein Theil dieser Unregelmäßigkeiten berechnet war, daß, so zu sagen, eine bewegende Harmonie in dem Mechanismus, wodurch die Waben gebildet werden, herrsche. Sollten die Bienen in Folge der Unvollkommenheit ihrer Organe oder ihrer Werkzeuge irgend welche ihrer Zellen ungleich, oder einige Baustücke schlecht angelegt haben, so würde ein Talent sich finden, welches sie auszubessern oder den Fehler durch andere Unregelmäßigkeiten auszugleichen verstände. Es ist jedenfalls weit auffallender, daß sie von ihrer gewöhnlichen Baurichtung abzuweichen verstehen, wenn ein Umstand es fordert, als daß sie Drohnenzellen bauen und unterwiesen sind, die Maße und Form jedes Stückes zu verändern, um zu einer regelmäßigen Ordnung zurückzukehren, und, nachdem sie dreißig bis vierzig Reihen Drohnenzellen erbaut haben, von neuem die regelmäßige Ordnung verlassen, um durch allmähliche Verringerungen an dem Punkte wieder anzukommen, von wo sie ausgegangen waren.

Wie vermögen sich die Bienen doch nur aus einer so großen Schwierigkeit, aus einer so verwickelten Bauweise herauszufinden, vom Kleinen zum Großen, vom Großen zum Kleinen, von einem regelmäßigen Plane zu seltsamen Formen überzugehen und von diesen wieder zu symetrischen Figuren

zurückzukehren? Das hat bisher noch kein bekanntes System zu erklären gewußt.

Indem die Bienen alljährlich gehalten sind, Zellen von verschiedenen Maßen zu erbauen, so kann man diesen Zug nur dem Instinkte zuschreiben, dem Instinkte, der aber jedenfalls verschiedene Gestaltungen zuläßt. Welcher Umstand ist es nun aber, der die Bienen veranlaßt, den Plan ihrer jüngsten Zellen zu verlassen? Ist es eine Umgestaltung ihrer Sinne, der Wärmegrad der Atmosphäre, irgend eine reichlichere, gewähltere Nahrung, als diejenige, deren sie sich im übrigen Theile des Jahres bedienen? Keineswegs liegt darin der Grund, sondern die Eierlage der Königinn scheint über die Art der Zellen zu entscheiden, welche die Arbeiter zu bauen haben*). So lange diese nur Arbeitereier legt, bauen die Bienen keine Drohnenzellen; wenn aber die Königinn für Drohneneier keinen geeigneten Platz findet, scheinen die Bienen augenblicklich davon Kenntniß zu nehmen; sie legen ihre Zellen unregelmäßig an, geben ihnen allmählich größere Ausdehnung und bauen schließlich eine dem männlichen Geschlechte passende Wiege.

Es giebt noch einen anderen Umstand, der die Bienen veranlaßt, ihren Zellen einen größeren Rauminhalt zu geben; wenn nämlich die Honigtracht eine sehr ausgezeichnete ist, dann vergrößern sie nicht allein den Durchmesser der neuerbauten Zellen um ein Beträchtliches, sondern verlängern auch die älteren überall da, wo es ihnen der Raum gestattet. So findet man in Zeiten großen Honigreichthums unregelmäßige Waben, deren Zellen eine Tiefe von zwölf, fünfzehn bis achtzehn Linien besitzen.

Dagegen sind die Bienen mitunter auch veranlaßt, ihre Zellen zu verkürzen. Wollen sie eine alte Wabe, deren Zellen ihre völlige Größe erreicht haben, verlängern, so verringern sie allmählich die Dicke ihrer Ränder, indem sie

---

*) Die Berichtigung der irrigen hier ausgesprochenen Ansicht Huber's habe ich früher schon S. 67, Heft I. versucht. Die Arbeiter richten sich nicht mit ihrem Bau nach der Eierlage der Königinn, sondern die Königinn fügt sich dem Willen der Arbeiter, wie daran nicht mehr gezweifelt werden kann. K.

die Zellenwände soweit abnagen, bis sie ihnen die Linsenform, die sie ursprünglich besaßen, wiedergegeben haben; dann fügen sie einen Wachsblock daran und bauen auf dem scharfen Wabenrande aus Rauten zusammengesetzte Pyramidenböden. Es ist Thatsache, daß sie eine Wabe in keinerlei Richtung verlängern, bevor sie ihre Ränder nicht verringert haben; sie vermindern ihre Dicke in ziemlicher Ausdehnung, damit nirgendwo eine winkliger Vorsprung sich zeige*).

Dieses Gesetz, welches die Bienen zwingt, die am Rande der Waben belegen Zellen theilweise zu zerstören, ehe sie den Waben eine neue Ausdehnung geben können, verdient gewiß eine gründlichere Untersuchung, als wir darauf verwenden konnten; denn kann man auch bis zu einem gewissen Punkte den Instinkt begreifen, der diese Thiere anregt, einen von der gewöhnlichen Regel abweichenden Kunstfleiß zu äußern, so weiß ich doch nicht zu erklären, wie sie derselbe antreiben kann, in einem entgegengesetzten Sinne zu handeln und das wieder zu zerstören, was sie mit der größten Sorgfalt hergestellt haben. Gestehen wir es nur, dergleichen Erscheinungen, welche sich bei den Insekten öfters wahrnehmen lassen, werden noch lange ein Stein des Anstoßes für alle Hypothesen bleiben, durch welche man den Instinkt zu erklären hofft. In dem Zuge, den ich soeben angeführt habe, erkennt man ziemlich klar den Zusammenhang zwischen dem von den Bienen getroffenen Plane und dem Ziele, das sie im Auge haben müssen. Bauen sie eine neue Wabe, so herrscht im ganzen

*) Huber's Behauptung darf nicht ohne Beschränkung bleiben. Der untere Rand einer fertigen Wabe ist stets mit einer dickeren Wachseinfassung mit unregelmäßigen Zellenanfängen abgeschlossen. Soll hier eine Verlängerung eintreten, so wird der alte Wachsrand abgeschroten, weil derselbe untauglich geworden ist, um neue Zellen darin zu bauen. Häufig sind auch die diesem Rande nächstliegenden Zellen unregelmäßig gebaut, auch sie werden, weil sie beim Weiterbau mehr hindern, als nützen würden, mit dem Rande zugleich abgeschroten, und erst, wenn die Bienen einen gleichmäßig regelmäßigen Bau antreffen, beginnen sie die Weiterführung der Wabe. Hängt man den Bienen ein Wabenstück als Vorbau ein, und ist dasselbe unten in gerader Linie abgeschnitten, so sind die unteren Zellen mehr oder weniger verletzt; ehe die Bienen hier weiter bauen können, müssen die verletzten Zellenreihen beseitigt werden; ist das geschehen und das Wabenstück sonst untadelig, so bauen sie daran weiter, ohne ihm erst die Linsengestalt gegeben zu haben. K.

zurückzukehren? Das hat bisher noch kein bekanntes System zu erklären gewußt.

Indem die Bienen alljährlich gehalten sind, Zellen von verschiedenen Maßen zu erbauen, so kann man diesen Zug nur dem Instinkte zuschreiben, dem Instinkte, der aber jedenfalls verschiedene Gestaltungen zuläßt. Welcher Umstand ist es nun aber, der die Bienen veranlaßt, den Plan ihrer jüngsten Zellen zu verlassen? Ist es eine Umgestaltung ihrer Sinne, der Wärmegrad der Atmosphäre, irgend eine reichlichere, gewähltere Nahrung, als diejenige, deren sie sich im übrigen Theile des Jahres bedienen? Keineswegs liegt darin der Grund, sondern die Eierlage der Königinn scheint über die Art der Zellen zu entscheiden, welche die Arbeiter zu bauen haben*). So lange diese nur Arbeitereier legt, bauen die Bienen keine Drohnenzellen; wenn aber die Königinn für Drohneneier keinen geeigneten Platz findet, scheinen die Bienen augenblicklich davon Kenntniß zu nehmen; sie legen ihre Zellen unregelmäßig an, geben ihnen allmählich größere Ausdehnung und bauen schließlich eine dem männlichen Geschlechte passende Wiege.

Es giebt noch einen anderen Umstand, der die Bienen veranlaßt, ihren Zellen einen größeren Rauminhalt zu geben; wenn nämlich die Honigtracht eine sehr ausgezeichnete ist, dann vergrößern sie nicht allein den Durchmesser der neuerbauten Zellen um ein Beträchtliches, sondern verlängern auch die älteren überall da, wo es ihnen der Raum gestattet. So findet man in Zeiten großen Honigreichthums unregelmäßige Waben, deren Zellen eine Tiefe von zwölf, fünfzehn bis achtzehn Linien besitzen.

Dagegen sind die Bienen mitunter auch veranlaßt, ihre Zellen zu verkürzen. Wollen sie eine alte Wabe, deren Zellen ihre völlige Größe erreicht haben, verlängern, so verringern sie allmählich die Dicke ihrer Ränder, indem sie

*) Die Berichtigung der irrigen hier ausgesprochenen Ansicht Huber's habe ich früher schon S. 67, Heft I. versucht. Die Arbeiter richten sich nicht mit ihrem Bau nach der Eierlage der Königinn, sondern die Königinn fügt sich dem Willen der Arbeiter, wie daran nicht mehr gezweifelt werden kann. K.

die Zellenwände soweit abnagen, bis sie ihnen die Linsenform, die sie ursprünglich besaßen, wiedergegeben haben; dann fügen sie einen Wachsblock daran und bauen auf dem scharfen Wabenrande aus Rauten zusammengesetzte Pyramidenböden. Es ist Thatsache, daß sie eine Wabe in keinerlei Richtung verlängern, bevor sie ihre Ränder nicht verringert haben; sie vermindern ihre Dicke in ziemlicher Ausdehnung, damit nirgendwo eine winkliger Vorsprung sich zeige*).

Dieses Gesetz, welches die Bienen zwingt, die am Rande der Waben belegen Zellen theilweise zu zerstören, ehe sie den Waben eine neue Ausdehnung geben können, verdient gewiß eine gründlichere Untersuchung, als wir darauf verwenden konnten; denn kann man auch bis zu einem gewissen Punkte den Instinkt begreifen, der diese Thiere anregt, einen von der gewöhnlichen Regel abweichenden Kunstfleiß zu äußern, so weiß ich doch nicht zu erklären, wie sie derselbe antreiben kann, in einem entgegengesetzten Sinne zu handeln und das wieder zu zerstören, was sie mit der größten Sorgfalt hergestellt haben. Gestehen wir es nur, dergleichen Erscheinungen, welche sich bei den Insekten öfters wahrnehmen lassen, werden noch lange ein Stein des Anstoßes für alle Hypothesen bleiben, durch welche man den Instinkt zu erklären hofft. In dem Zuge, den ich soeben angeführt habe, erkennt man ziemlich klar den Zusammenhang zwischen dem von den Bienen getroffenen Plane und dem Ziele, das sie im Auge haben müssen. Bauen sie eine neue Wabe, so herrscht im ganzen

*) Huber's Behauptung darf nicht ohne Beschränkung bleiben. Der untere Rand einer fertigen Wabe ist stets mit einer dickeren Wachseinfassung mit unregelmäßigen Zellenanfängen abgeschlossen. Soll hier eine Verlängerung eintreten, so wird der alte Wachsrand abgeschroten, weil derselbe untauglich geworden ist, um neue Zellen darin zu bauen. Häufig sind auch die diesem Rande nächstliegenden Zellen unregelmäßig gebaut, auch sie werden, weil sie beim Weiterbau mehr hindern, als nützen würden, mit dem Rande zugleich abgeschroten, und erst, wenn die Bienen einen gleichmäßig regelmäßigen Bau antreffen, beginnen sie die Weiterführung der Wabe. Hängt man den Bienen ein Wabenstück als Vorbau ein, und ist dasselbe unten in gerader Linie abgeschnitten, so sind die unteren Zellen mehr oder weniger verletzt; ehe die Bienen hier weiter bauen können, müssen die verletzten Zellenreihen beseitigt werden; ist das geschehen und das Wabenstück sonst untadelig, so bauen sie daran weiter, ohne ihm erst die Linsengestalt gegeben zu haben. K.

Umfange des Randes eine regelmäßige Abstufung, woran sie gewöhnt sind, und welche für die Bildung neuer Zellen nothwendig sein kann. Später aber sind die Randzellen ebenso, wie die der übrigen Wabe ausgeführt, und man sieht nichts mehr von einer Abstufung, wie man sie an neuen Waben wahrnimmt. Offenbar verringern also die Bienen die Länge der Zellen in einem relativen Verhältniß zu ihrem Abstande vom Rande, um die Wabe auf die ursprüngliche Form zurückzuführen, welche dieselbe in den Stand setzt, in ihrem ganzen Umfange vergrößert zu werden.

Alle Unregelmäßigkeiten, welche die Arbeiten der Bienen verrathen, stehen mit der Absicht, die sie verfolgen müssen, in so genauer Verbindung, daß sie dem Plane, nach welchem sie sich richten, anzugehören und zur allgemeinen Ordnung beizutragen scheinen.

Die Pläne und die Mittel der ordnenden Weisheit sind von der Art, daß sie nicht mit ängstlicher Genauigkeit auf ihr Ziel losgeht, sondern sie geht von Unregelmäßigkeit zu Unregelmäßigkeit und gleicht die eine durch die andere aus. Die Maße sind von oben genommen, die anscheinenden Irrungen werden nach einer erhabenen Meßkunst gewürdigt, und die Ordnung entspringt oft aus der Verschiedenheit der Theile. Es ist dies nicht das erste Beispiel von vorbestimmten Unregelmäßigkeiten, welches uns die Wissenschaften vorgeführt haben, und welches unsere Unwissenheit in Verwunderung setzt, unsern aufgeklärteren Geist aber zur Bewunderung hinreißt; so wahr ist es, daß, jemehr man die allgemeinen und besonderen Gesetze ergründet, desto mehr Vollkommenheiten dieses große System entfaltet.

Nachtrag des Herausgebers.

Zusätze zu den Kapiteln über den Wachsbau.

Aufgefordert, die bisher beschriebenen Thatsachen zu revidiren, konnte ich manche Aufschlüsse gewinnen, die meinem Vater von seinem getreuen Sekretär nicht gegeben waren; dahin gehören die neuen Besonderheiten, die ich über die Art der Vergrößerung der Waben, über Grund und Ursache ihrer Unregelmäßigkeit und über die Formen der Uebergangszellen auf den Drohnenwaben mittheilen will.

Bei der Beschreibung der Bauarbeit der Bienen konnten wir keine vollständige Beschreibung der Vergrößerung der Waben, Zelle für Zelle, geben. Wenn man sie in ihrer Gesammtheit betrachtet, nimmt man manche Abweichungen wahr, die an einem kleinen Stocke nicht in die Augen fallen, und bei denen wir uns noch nicht verweilen wollten, um unsere Beschreibung nicht zu verwirren.

Wir haben erwähnt, daß die Bienen ihre Arbeiten gewöhnlich abwärts bauend verrichten, und man könnte deßhalb folgern, daß sie immer in derselben Richtung vorgenommen würden. Aber diese Wahrheit, welche auf einen Theil der Zellen anwendbar ist, erstreckt sich nicht auf die ganze Oberfläche der Wabe; ihre Form schon hindert das. Die Umstände gestatten es mitunter, die Bienen, ohne die natürliche Ordnung ihrer Arbeit zu unterbrechen, in ihrer Bauarbeit zu belauschen; jedoch sind diese Umstände nicht eben häufig und gestatten nicht alle die Vortheile, die wir

uns verschafften, indem wir den Block umkehrten, gewähren aber den, eine richtige Idee von dem Ganzen zu geben.

Dazu ist erforderlich, daß die Bienen, traubenförmig an einer der Seiten des Stocks hängend, ihre Arbeit am Rande und so zu sagen außerhalb des Bienenhaufens verrichten; nachdem sie eine Wabe angelegt haben, beginnen sie eine zweite, dann eine dritte, und nähern sich so immermehr dem Beobachter, der ihren Verrichtungen durch die durchsichtigen Wände des Stocks folgt.

Die erste Grundlage, auf welcher die Bienen ihre Arbeit weiterführen, giebt den Raum für drei bis vier, öfter für mehr Zellen; auf dieser Basis verlängert sich die Wabe bis zu zwei oder drei Zoll, und erst dann wird sie etwa um drei Viertel ihrer Länge erweitert..

Bauten die Bienen nur abwärts, so würde ihre Wabe die Form eines schmalen, gleichbreiten Bandes annehmen, und es könnten nur wenige Bienen daran arbeiten; das Werk muß aber rasch vorwärts gehen, und deßhalb müssen sie zu gleicher Zeit nach allen Richtungen hin daran arbeiten können. Das wird eben durch die vorläufige Verlängerung dieses kleinen Bändchens und seine untere Ausbauchung ermöglicht. Eine große Menge von Arbeitern können sich auf den Rändern niederlassen, und der ganze Umkreis der Wabe dehnt sich nach allen Richtungen hin unter ihrem scharfen Meißel aus.

Die am unteren Rande der Wabe aufgestellten Bienen verlängern dieselben nach unten, die an den Seiten erweitern sie nach rechts und links, diejenigen, welche oberhalb der Hauptausbauchung arbeiten, geben ihr eine Ausdehnung nach oben. Je mehr sich die Wabe nach unten verlängert, desto mehr muß sie dann gerade aufsteigen, um die Decke des Stocks zu erreichen.

Daraus folgt eine Thatsache, deren wir noch nicht erwähnt haben, daß nämlich die Zellen der oberen oder ersten Reihe nicht die auf der ganzen Linie zuerst gebauten sind, so daß man nur diejenigen als ursprünglich ansehen darf, welche oben vor der Erweiterung der Wabe angelegt sind. Die kleine Basis reicht aus, sämmtlichen Pyramidenböden

der ganzen Wabe ihre Richtung zu geben; obgleich aber die übrigen Zellen der oberen Reihe auf- oder seitwärts angelegt werden, haben sie doch beinahe dieselbe Form, wie die ursprünglichen, sind aus vertikalen Blättchen mit oder ohne Rauten, je nach der Seite, auf der sie liegen, zusammengesetzt. Sie passen sich also gleichfalls der Form der Zellen mit Pyramidenböden und der Stockdecke an, doch nimmt man an ihnen mehr Unregelmäßigkeit und Unordnung wahr, als an den ursprünglichen Zellen, obgleich die Festigkeit und die allgemeine Ordnung nicht darunter leidet.

Es verhält sich damit ebenso, wenn die Seitenränder ihrer Wabe an der vertikalen Wand ankommen, die Bienen richten perpendikulär gegen diese Oberfläche die Böden der letzteren Zellen, so daß sie denen der ersten Reihe ähnlich werden, mit dem einzigen Unterschiede, daß sie horizontal statt vertikal liegen, und wenn die Wand ein Glas ist, so sieht man die Basis all dieser Zellen ein Zickzack in ihrer Mitte bilden, wie die der ersten Zellen.

Die Bienen führen also ihre Arbeit nach allen Richtungen, und ihr Verfahren ist in allen Fällen dasselbe; man würde jedoch den kleinen Block, von dem die Rede gewesen ist, nicht wieder erkennen, wenn wir nicht darauf aufmerksam machten, daß er in dieser Zeit die Form eines schmalen Bandes annimmt, das den ganzen Umkreis der Wabe umzieht. In diesem Rande bauen die Bienen neue Zellen und setzen an ihm ihre Wachsblättchen ab; seine Breite beträgt zwei bis drei Linien und besteht dem Anscheine nach aus einem weit festeren Stoffe, als der übrige Theil der Wabe. Die Bienen arbeiten gleichzeitig an allen Theilen dieses Bandes, wenn sie Wachs genug haben.

Man muß übrigens bemerken, daß, wenn ihr Werk von allen Seiten fortschreitet, es doch nicht in gleichem Verhältnisse geschieht. Abwärts bauen die Bienen viel rascher, als nach der Seite, und am langsamsten aufwärts. Daher kommt die Ellipse oder die Linsenform, welche ihre Wabe in der Zeit ihrer Vergrößerung annimmt, daher auch, daß sie länger, als breit, am unteren Ende spitzer, nach oben

schmäler ist, als gegen die Mitte. Die Form der Waben ist also ziemlich regelmäßig, ihr Umriß zeigt gewöhnlich keine Unebenheit, es findet sich sogar eine auffällige Uebereinstimmung in der Verlängerung aller Zellen. Wir haben oben angegeben, daß die Länge dieser Prismen sich nach ihrem Alter richte; bei sorgfältigerer Beobachtung haben wir uns indeß überzeugt, daß sie bei neuen Waben immer im Verhältnisse zur Entfernung vom Rande stehen. So sind die ersten Zellenreihen nicht die tiefsten, sie sind lange nicht so tief als die in der Mitte der Wabe. Gewinnt aber die Wabe ein gewisses Gewicht, so beeilen sich die Bienen, diese Zellen, die zur Festigkeit des Ganzen so wesentlich beitragen, zu verlängern, und geben ihnen mitunter eine größere Länge, als den nachfolgenden Zellen.

Die Zellen sind nicht vollkommen horizontal, sie sind fast immer gegen ihre Oeffnung etwas höher, als gegen ihren Boden; daran kann man also die natürliche Richtung einer abgetrennten Wabe wiedererkennen. Es folgt daraus, daß die Axe dieser Prismen nicht perpendikulär der Wand zugerichtet ist, welche die beiden Seiten der Waben scheidet. Es ist das eine Regel, die bisher noch nicht festgestellt war, und welche jede Hoffnung abschneidet, die Form der Zellen geometrisch berechnen zu können, da sie mehr oder weniger auf ihrer Basis geneigt sind und von der Horizontale mitunter um mehr, als um zwanzig, gewöhnlich aber um vier oder fünf Grad abweichen.

Wie groß indeß ihre Unregelmäßigkeiten sein mögen, so sind sie doch weniger auffällig, als die der Böden, und oft bewahren die Zellen da, wo jene unregelmäßig sind, eine sechseckige Form, wie wir gleich nachweisen werden.

Im allgemeinen streben die Bienen nach Symetrie, weniger vielleicht in geringfügigen Einzelheiten, als in der Gesammtheit ihrer Operazionen. Es kommt aber vor, daß die Waben mitunter eine seltsame Form annehmen; folgte man indeß ihrer Arbeit in alle ihre Einzelheiten, so würde man fast immer den Grund dieser Unregelmäßigkeiten nachweisen können. So müssen sich die Bienen nach der Oertlichkeit richten; eine Unregelmäßigkeit bedingt aber eine

andere, und für gewöhnlich haben sie ihren Ursprung in den Einrichtungen, die wir ihnen aufbürden. Auch die Ungleichmäßigkeit der Temperatur, welche öftere Unterbrechungen in den Arbeiten der bauenden Bienen veranlaßt, thut der Ebenmäßigkeit der Waben Abbruch, denn wir haben immer bemerkt, daß eine wieder aufgenommene Arbeit weniger Vollendung zeigte, als eine ununterbrochene.

Es ist uns wohl begegnet, daß wir den Trägern, die zum Anbau der Waben bestimmt waren, zu wenig Zwischenraum und eben dadurch der Arbeit der Bienen eine besondere Richtung gaben. Sie scheinen die Ungenauigkeit der Entfernungen nicht von vornherein zu bemerken und vertrauten den zu nahe gerückten Leisten die Grundlage ihrer Waben an; bald aber schienen sie sich ihres Irrthums bewußt zu werden, und indem sie allmählich die Richtung ihres Werks änderten, gewannen sie die üblichen Entfernungen wieder, was aber ihrer Wabe eine mehr oder weniger gekrümmte Form verlieh. Neue Waben, welche der Mitte der ersten gegenüber angefangen waren, mußten nothwendig dieselbe Unregelmäßigkeit annehmen, die sich auf alle übrigen übertragen mußte. Doch suchen die Bienen sie so viel möglich zur regelmäßigen Form zurückzuführen; oft ist eine Wabe nur oben ausgeschweift, dieser Fehler wird etwas weiter unten wieder ausgeglichen, so daß sich die Oberfläche im unteren Theile wieder regelrecht ausweis't.

Wir sind von noch anderen Umständen Augenzeugen gewesen, unter denen ihre Liebe zur Symetrie noch augenfälliger hervortrat. In Folge von vorgängigen Unregelmäßigkeiten legten die Bienen eines unserer Stöcke, statt, wie gewöhnlich, einen einzigen Block in der Mitte der Leiste aufzuführen, deren zwei an, den einen vor dem Theile der Wabe, der am weitesten vorgerückt war, und den anderen demjenigen Theile gegenüber, der noch am weitesten zurück war. Die beiden kleinen Waben, die daraus entsprangen, konnten, weil die eine nach Maßgabe der unregelmäßigen Oberfläche der letzten Wabe, mit der sie korrespondirte, weiter gediehen war, als die andere, sich weder mit ihren Rändern erreichen, noch sich, ohne sich gegenseitig zu hin-

dern, erweitern. Die Bienen faßten einen Entschluß, der eine klar bewußte Absicht verrieth; sie verkürzten die Ränder dieser beiden kleinen Waben und führten sie mit ihrer scharfen Kante so genau zusammen, daß sie dieselben gemeinschaftlich weiter bauen konnten. Diese Stellung war im oberen Theile freilich sehr gezwungen, in dem Maße aber, wie die beiden Waben sich verlängerten, verschmolz ihre Fläche immer mehr und stellte nur noch eine vollkommen gleichförmige Oberfläche dar (Taf. IX, Fig. **3**).

Noch ein anderes Werk haben wir gesehen, welches in seiner Gesammtheit außerordentlich regelmäßig, obgleich von ganz besonderer Form war. Die Bienen hatten ihre Wabe am unteren Rande eines vertikal gerichteten Glasstreifens angefangen; sie wurde auf einer Basis von vier bis fünf Zellenbreiten mehre Zoll lang gebaut, ohne einen anderen Stützpunkt als das Wachs, welches sich unter der scharfen Kante des Glases befand; als aber ihr Gewicht immer beträchtlicher wurde, bauten die Bienen aufwärts auf einer der vertikalen Seiten dieses Glasstreifens mehre Zellenreihen, und diese Zellen, welche mit denen der Waben in allen Punkten zusammenhingen, sicherten deren Festigkeit. Man hätte sie für die Fortsetzung der Wabe halten können, so regelmäßig waren ihre Ränder, ihre Wände aber waren auf dem Glase selbst, welches ihnen als Boden diente, befestigt; die Bienen ließen sich an diesen fünf Zellenreihen auf dem Glase genügen und suchten dann, vielleicht um ihrem Werke mehr Festigkeit zu geben, dasselbe an einer Holzleiste oberhalb desselben Glasstreifens zu befestigen, zu welchem Ende sie ihre Arbeit bis dahin fortführen mußten. Sie errichteten aber nur zwei aufsteigende Aeste, den einen rechts, den andern links von den Zellen mit flachen Böden (Taf. IX, Fig. **1**), und diese theilten sich, an ihrem Bestimmungsorte angekommen, in zwei ein Y bildende Arme, die sich längs der Verbindung der Leiste mit dem Glase hinzogen.

Als die Wabe unten eine gewisse Ausdehnung erlangt hatte, wollten die Bienen sie nach oben bis an die Leiste verlängern; sie machten zu dem Ende ein Mittel ausfindig,

um die Richtung ihres Randes zu verändern und sie hinter den Glasstreifen zu bringen, dem sie nicht folgen wollten; sie entfernten sich davon genug, um ihren Zellen die angemessene Tiefe geben zu können; und als sie dies Ziel erreicht hatten, gaben sie ihrem Bauwerke eine dem Glasstreifen parallele Richtung. Die Wabe wurde bis zum First des Stocks erhoben, und füllte schließlich den ganzen Raum aus, den sie einnehmen konnte, bis auf den Zwischenraum, der zwischen den Zellen mit flachen Böden und den beiden aufsteigenden Aesten vorhanden war, und obgleich sie von keiner gewöhnlichen Form war, besaß sie doch vollkommnes Ebenmaß. Die Bänder, die zu ihrer Befestigung angebracht waren, standen gleichweit vom Mittelpunkte ab und waren völlig gleich; es fand sich zur Rechten keine Zelle mehr, als zur Linken und die Ausbauchung ihrer Seitenränder vermehrte sich gleichförmig in allen Theilen.

Nach diesen verschiedenen Zügen kann man über den Geist der Uebereinstimmung urtheilen, der unter den Bienen herrscht. Es bleibt uns jetzt noch übrig, die Unregelmäßigkeiten im Einzelnen nachzuweisen, die man an den Drohnenwaben wahrnimmt.

Wir bemerkten im vorhergehenden Kapitel, daß die Drohnenzellen von mehren Reihen Zellen von mittlerer Größe umgeben seien.

Eine Wabe wird fast nie mit Drohnenzellen begonnen, die ersten Reihen bestehen aus kleinen sehr regelmäßigen Zellen, bald hören aber die Oeffnungen auf, unter einander vollkommen übereinzustimmen, und die Böden sind weniger symetrisch. Nun würde es aber unmöglich sein, daß die Bienen ungleiche und vollkommen regelmäßige Zellen an einander reihten; man sieht deßhalb öfters zwischen diesen Zellen kleine Wachsballen, welche die Zwischenräume ausfüllen. Indem die Bienen ihren Wänden eine größere Dicke und ihren Umrissen eine mehr runde Form geben, gelingt es ihnen mitunter, Zellen von ganz verschiedenem Durchmesser aneinander zu reihen; denn sie haben mehr, als eine Art, die Ungleichheiten ihrer Zellen auszugleichen.

Wenn die Oeffnungen fast überall sechseckige Umrisse mit leichten Abweichungen zeigen, so verrathen die Böden weit stärker ausgeprägte Unregelmäßigkeiten, welche in ihrer regelmäßigen Wiederkehr einen entschiedenen Plan andeuten und die fortschreitende Vergrößerung der Zellen erklären.

Betrachtet man die Wabe, von ihrem Ursprunge ausgehend und senkrecht in der Mittellinie abwärts steigend, so sieht man, daß die an diese Vertikale angrenzenden Zellen mit geringer Veränderung in ihrer Form sich vergrößern; aber die Böden der anstoßenden Zellen sind nicht mehr aus drei gleichen Rhomben zusammengesetzt, jede derselben korrespondirt, statt mit drei anderen, mit vier Zellen der gegenüber liegenden Seite, und doch sind ihre Oeffnungen nichts desto weniger sechseckig, obgleich ihr Boden aus vier Stücken zusammengesetzt ist, von denen zwei sechseckig, zwei rautenförmig sind (Taf. X, Fig. 1). Die Größe und Form dieser Stücke wechseln; diese Zellen, die etwas um ein Drittel größer, als die gegenüber liegenden Zellen sind, umschließen mit ihrem Umrisse einen Theil des Bodens einer vierten Zelle. Unterhalb der letzten regelmäßigen Pyramidenböden finden sich Zellen, deren vierseitige Böden drei sehr große und ein sehr kleines Stück haben, und dieses ist ein Rhombus. Die beiden Rhomben der Uebergangszellen sind durch einen großen Zwischenraum geschieden, die beiden sechseckigen Stücke stoßen an einander und sind vollkommen gleich (Taf. X, Fig. 2 u. 4). Eine Zelle tiefer sind die beiden Rhomben des Bodens nicht mehr so ungleich; der Umriß der Zelle hat schon einen größeren Theil der vierten gegenüber liegenden Zelle umfaßt; darauf wird man Zellen in ziemlich großer Menge antreffen, deren Boden aus vier ganz regelmäßigen Stücken besteht, nämlich aus zwei verlängerten Sechsecken und zwei gleichen Rhomben, die aber kleiner, als bei den Pyramidenböden sind (Taf. X, Fig. 3). So wie man sich von den Zellen mit regelmäßigen vierflächigen Böden entfernt, gleichviel, ob abwärts, oder rechts oder links, sieht man die Zellen sich der gewöhnlichen Form wieder nähern, d. h. den einen Rhombus sich verkürzen; zuletzt verschwindet derselbe gänzlich,

und die pyramidale Form tritt wieder auf, aber größer, als in den Zellen der oberen Wabe, und wird in einer größeren Anzahl von Zellenreihen beibehalten; dann verengen sich die Zellen von neuem, und man stößt abermals auf die vierflächigen Böden, bis die Zellen den Durchmesser der Arbeiterzellen wieder erreicht haben.

Dadurch also, daß die Bienen um ein Geringes über die Zellen der anderen Seite hinausschreiten, bringen sie es zu Stande, ihren Zellen größere Dimensionen zu geben, und da die Stufenfolge der Uebergangszellen auf beiden Wabenseiten gegenseitig ist, so folgt daraus, daß beiderseits jeder sechseckige Umriß mit vier Zellen korrespondirt.

Sobald die Bienen an irgendwelche Stufe dieser Fortschreitung angelangt sind, können sie dabei stehen bleiben und sie für mehre folgende Reihen beibehalten. Am längsten scheinen sie an der Mittelstufe zu haften, und dann findet man eine große Anzahl von Zellen, deren vierseitige Böden vollkommen regelmäßig sind, und würden sie also die ganze Wabe nach diesem Plane fortbauen können, wenn es nicht eben in ihrer Absicht läge, zu der Pyramidenform, von der sie ausgegangen sind, zurückzukehren. Wenn die Bienen den Durchmesser ihrer Zellen vermindern, gehen sie in umgekehrter Richtung wieder durch dieselben Abstufungen hindurch.

Um von den Veränderungen, welche die Zellen erleiden können, eine Vorstellung zu gewinnen, muß man einen beweglichen sechseckigen Umriß über andere gleichgestaltige, aber etwas kleinere und ebenso wie die der Bienen geordnete Umrisse fortziehen.

Mit vierflächigen vollkommen gleichen Umrissen würde man dieselbe Ordnung erreichen können, wenn man sie ebenso stellte; damit aber die Bienen dazu gelangen und zu den Zellen mit Pyramidenböden zurückkehren könnten, müßte der Durchmesser der korrespondirenden Uebergangszellen auf der einen Wabenseite etwas größer, als auf der andern sein, und zwar wechselweis.

Hinsichlich der Art und Weise, wie die Bienen dieselben herstellen, begreift man leicht, daß sie nur die verti-

kalen Rippen ihrer Zellen weit genug auszuziehen brauchen, damit sie die Mitte der gegenüberliegenden Zellen um ein Weniges überragen, dann das Sechseck bilden u. s. w. Die geneigten unteren Rippen werden dann von selbst die Rippen der anderen Seite kreuzen und einen kleinen überzähligen Rhombus hervorrufen. Die Bienen werden die zwischen den Rippen der beiden Seiten eingeschlossenen Räume ebnen, und dann wird der Zellenboden, statt drei, vier Stücke enthalten. Die Form dieser Stücke wird wechseln, je nachdem die Berührungspunkte der entgegengesetzten Rippen denen der gewöhnlichen Zellen mehr oder weniger entsprechen. Die Neigung der vierflächigen Böden genau zu messen, würde sehr schwierig sein; sie scheinen mir aber nicht so tief zu sein, wie die Pyramidenböden. Das ist auch naturgemäß, denn da die beiden Rhomben kleiner sind, so wird die Mittellinie, welche den Boden der Zellen bildet, und von deren Enden ausgeht, weniger gesenkt, die Zelle folglich weniger tief sein.

Im allgemeinen scheint mir die Form der ecksäuligen Zellen von wesentlicherer Bedeutung, als die ihrer Böden zu sein, denn wir sehen Zellen mit mehr oder weniger regelmäßigen vierflächigen Böden deren Rohre sechseckig waren, und auf Glas oder Holz gebaute Zellen, die gar keinen Wachsboden, doch aber sechs Wände hatten. Die Beobachtungen, mit dem vorstehenden verbunden, zeigen, daß die Form der Stücke, welche den Zellenboden bilden, von der Weise abhängig ist, in welcher derselbe durch die Umrisse der Zellen beider Seiten durchschnitten wird, d. h. von der Richtung der Rippen, auf denen die Zellenwände aufgeführt sind.

Die Form der Wände derjenigen Zellen, welche einen vierflächigen Boden haben, wechselt nach den Seiten, zu denen sie gehören. Diejenigen, welche einer Rautenseite und einem Theile eines sechseckigen Stücks anliegen, sind unten abgeschrägt (Taf. X, Fig. 7 und 9, a b), während die beiden einer großen Seite des Sechsecks anliegenden Wände rechtwinklige Parallelogramme (Fig. 9, c) bilden.

Die Pyramidenböden, welche durch Zellen mit vierflächigen Böden getrennt sind, haben, wie aus Vorstehendem folgt, ihre Rauten nicht in derselbe Lage (Taf. X, Fig. 5 u. 6).

Diese Beobachtungen zeigen uns, wie nachgiebig der Instinkt der Bienen ist, wie willig er sich in die Oertlichkeit, die Umstände und die Bedürfnisse des Volks fügt. Giebt es in den Verrichtungen der Bienen, wie in der Lebensweise der Thiere überhaupt eine Nöthigung, wie es wahrscheinlich ist, weil bei allen Bienen derselben Art sich die gleichen Erscheinungen wiederholen oder wiederholen können, so muß diese Nöthigung sich auf wenig Punkte oder wesentliche Grundlagen beschränken, während alle übrigen den Umständen untergeordnet sind.

Die Grenzen ihres Kunstfleißes sind offenbar weniger eingeengt, als man bisher angenommen hat, und man wird uns, wie ich hoffe, zugeben, daß das Verfahren der Bienen in gewisser Beziehung auch von dem abhängig ist, was man ihre Urtheilskraft nennen könnte, eine Urtheilskraft, die freilich wohl mehr vom Gefühle, als von wirklicher Schlußfolgerung abhängig ist, deren Feinheit aber mehr der Wirkung einer freien Wahl, als der Gewohnheit oder eines vom Thierwillen unabhängigen Mechanismus gleicht.

VI. Kapitel.

Von der Vollendung des Zellenbaues.

Es giebt gewisse Thatsachen, welche auf uns nicht mehr den Eindruck der Neuheit machen; wir sehen sie, ohne sie weiter zu betrachten, ohne uns um die Ursachen, denen sie ihr Dasein verdanken, oder um den Zweck, für welchen sie bestimmt sind, zu kümmern. Aber können wir ahnen, was unsere Neugierde reizen wird? Giebt es in dem Auge eines Naturforschers überhaupt etwas Gleichgültiges? Hält er sich nur von dieser aus der Gewöhnung entspringenden Unachtsamkeit und von dem Irrwahne, daß alles Beachtenswerthe die Aufmerksamkeit der Beobachter bereits auf sich gezogen hat, frei, so findet er bald überall Anziehendes genug, wo er es am wenigsten erwartet hatte.

Es ist mir öfters im Laufe dieser Untersuchungen begegnet, daß ich am Ziele meiner Arbeiten angekommen zu sein glaubte; ich fand keine Frage mehr zu lösen, keine Zweifel mehr aufzuhellen, aber bald fiel die Binde, womit meine Augen geschlossen waren, von selbst herab. Dann fiel mir irgend eine einfache Thatsache auf, die ich bislang täglich, ohne mir etwas dabei zu denken, gesehen hatte, und legte mir die Frage vor, warum sie mir weniger anziehend erschienen sei, als andere Besonderheiten, denen ich so viele Zeit gewidmet hatte. Damit eröffnete sich mir ein

neues Feld, und sah ich mich bald auf einem Wege, von dessen Vorhandensein ich nicht einmal eine Ahnung gehabt hatte.

Als verschiedene Apparate uns das Studium der Wabenbildung und der Abweichungen des Zellenbaus der Bienen möglich gemacht hatten, glaubten wir, daß weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand unnütz sein würden; aber wir täuschten uns. Die Bienenwaben sind noch nicht fertig, wenn die Böden und Wände der Zellen aufgeführt sind. Anfänglich hat das Material zu den Zellen ein anderes Weiß, ist durchscheinend, weich, glatt, ohne biegsam zu sein. In wenig Tagen verliert es aber die meisten dieser Eigenschaften, oder vielmehr es nimmt neue an; eine geringere oder stärkere gelbe Färbung zieht sich über die ganze innere Oberfläche der Zellen, ihre Ränder sind dicker, als sie es ursprünglich waren, weniger unregelmäßig in ihren Umrissen und wenn sie sonst nicht dem leisesten Drucke Widerstand leisten konnten, besitzen sie jetzt eine Festigkeit, der sie gar nicht fähig zu sein schienen.

Wir haben die Bemerkung gemacht, daß fertige Waben bei gleichem Umfange schwerer wogen, als noch nicht fertige; letztere zerbröckelten bei der leisesten Berührung, fertige Waben dagegen bogen sich eher, als daß sie zerbrachen; ihre Mündungen hatten etwas Klebriges, die weißen Zellen schmolzen im Wasser bei einer geringeren Temperatur, als erforderlich war, um gefärbte Zellen zum Schmelzen zu bringen. All diese Wahrnehmungen deuteten auf eine merkliche Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Waben hin, und es schien uns gewiß, daß die nicht neuen einen dem Wachse fremdartigen Stoff enthielten.

Indem wir die Mündungen der gelben Zellen untersuchten, fanden wir, daß ihre Umrisse mit einem röthlichen, fettigen und wohlriechenden Firnisse überzogen waren, und glaubten wir, an diesen Eigenschaften das Harz wiederzufinden, welches unter dem Namen Propolis bekannt ist. Ferner nahmen wir wahr, daß die Bienen sich nicht darauf beschränkt hatten, bloß die Zellenwände mit einer zähen, farbigen Masse zu überziehen, sondern daß sich mitunter sogar

röthliche Fädchen in ihrem Innern fanden, und diese um all ihre Wände, Rhomben und Trapezen gezogen waren. Diese Verkittung, die an den Berührungspunkten verschiedener Stücke und an der Spitze der durch ihr Zusammentreten gebildeten Winkel angewendet war, schien zur Festigkeit der Zellen beitragen zu müssen. Mitunter fanden wir auch einen oder zwei röthliche Kreise um die Axe der längsten Zellen gezogen. Wenn die Bienen sich kein Wachs verschaffen können, müssen sie ihre Arbeit unterbrechen, sobald sie aber durch eine reichlichere Ernte den Urstoff zu den Waben wieder herbeischaffen können, nehmen sie ihre Arbeit wieder auf und verlängern die Zellen; vermuthlich hatten sie während dieser Unterbrechung den Zellenrand mit Firniß überzogen und bei der Verlängerung blieben die Spuren von dem Stoffe, womit sie überzogen waren, zurück.

Diese Eigenthümlichkeit war vermuthlich noch keinem Bienenschriftsteller aufgefallen. Es war wohl bekannt, daß die Propolis verwendet wurde, um die Wände des Stocks damit zu überziehen, daß aber dieses Harz zum Bau der Zellen mit verwendet wurde, war unbekannt; diese Thatsache mußte festgestellt werden, und wollte ich durch vergleichende Versuche darüber ins Klare kommen; ich bediente mich zu dem Ende der gewöhnlichen Reagenzien.

Die von den Wänden des Stocks entnommene Propolis und die roth geränderten Zellenfragmente wurden der Einwirkung von Alkohol, Aether und Terpentinöl unterworfen und färbten diese Flüssigkeiten goldgelb. Der braune Stoff der Zellen wurde darin völlig aufgelös't, selbst bei kaltem Verfahren. Die Zellenöffnungen behielten im Alkohol und Terpentinöl noch ihre Zellenform und die gelbe Farbe, nachdem sie den Firniß, womit sie überzogen waren, schon verloren hatten. Im Aether verloren sie gleichfalls ihren rothen Firniß, bleichten dann und verschwanden, wenn das Wachs aufgelös't war.

Der färbende Stoff der Mündungen wurde über gelindem Feuer weich, dehnbar und konnte in Fäden gezogen werden; die Propolis von den Wänden erfuhr dieselbe Einwirkung. Salpetersäure, bei gelinder Wärme über diese

beiden Präparate gegossen, bleichte das gelbe Wachs in wenigen Augenblicken, der Firniß der Zellenränder aber und die reine Propolis erlitten keine Veränderung. Andere Zellenränder, welche in kochendes Wasser geworfen waren, zeigten eine auffällige Besonderheit; als das Wachs geschmolzen war, blieb der Firniß vereint auf dem von jenem gebildeten Auge, ohne seinen sechseckigen Umriß, dessen Durchmesser nur größer erschien, einzubüßen.

Aetzendes Kali, welches mit dem Wachse eine Art Seife bildet, bleibt ohne Einwirkung auf die Propolis. Wir ließen es auf sehr alte Zellen, welche schon mehren Larven zur Wiege gedient hatten, reagiren; die Häutchen, womit sie im Innern ausgekleidet waren, überdeckten den Firniß und das Wachs, dessen Form sie angenommen hatten. Die nächste Wirkung der alkalischen Lauge äußerte sich darin, daß sie eine Verbindung mit dem Wachse einging, die Seidenhäutchen davon trennten, diese dann bleichte und ihnen das Ansehen von Gaze gab; die Form der Zellen behielten sie bei; die röthlichen Fädchen kamen nun auch zum Vorschein, sie waren durch das Auflösungsmittel nicht angegriffen und lagerten auf den äußersten Rippen der Larvenhüllen, wie sie von den Bienen in den aus der Zusammenfügung der verschiedenen Stücke gebildeten Furchen angebracht worden waren. Schließlich löſ'ten sich diese Fädchen auch von den Seidenhüllen, aber selbst ein mehrmonatliches Verbleiben in der Lauge brachte keine Veränderung bei ihnen hervor.

Aus diesen Versuchen folgt, daß der Stoff, welcher die Zellenränder und die Durchschnittslinien ihrer Wände braunroth färbt, mit der Propolis in der genausten Verbindung steht; man könnte daraus noch die weitere Folgerung ziehen, daß die gelbe Färbung der Zellen nicht derselben Ursache zuzuschreiben ist, wie der Firniß, welcher die Verbindungen ihrer verschiedenen Stöcke überzieht.

Obgleich ich diesen Resultaten großes Vertrauen beimaß, fühlte ich doch, daß sie über jeden Zweifel erst dann hinaus sein würden, wenn ich die Bienen auf frischer That ergriffen hätte. Ich mußte sie deßhalb auf ihren Ausflügen

zur Propolistracht begleiten und mir über deren Verwendung sichere Auskunft verschaffen; diese Untersuchungen boten aber große Schwierigkeiten dar.

Die Propolis theilt die Eigenschaften der Gummiharze, und schon längst hat man die Meinung getheilt, daß sie dem Pflanzenreiche angehöre. Deßhalb suchte ich seit einer Reihe von Jahren Bienen auf Bäumen zu belauschen, deren Knospen eine der Propolis entsprechende Substanz hervorbringen. All meine Nachstellungen führten mich niemals denen zu, auf welchen die Bienen die Ernten machten; und doch kehrten sie haufenweis mit Propolis oder Klebwachs beladen zurück.

Von der Vergeblichkeit meiner Anstrengungen ermüdet, ersann ich ein einfaches Auskunftsmittel, wodurch ich einiges Licht erhalten zu können hoffte. Es kam nur darauf an, mir solche Pflanzen, welche vermuthlich den Bienen die Propolis liefern mußten, zu verschaffen und sie in ihr Bereich zu bringen. Das Mittel schlug ein; gleich die ersten Pflanzen, welche ich in die Nähe meiner Stöcke brachte, gaben mir Aufschlüsse, die ich ohne das in meinem Leben nicht würde gewonnen haben.

Anfangs Juli brachte man mir Zweige von der wilden Pappel, die schon im Frühjahr gehauen waren, ehe sich die Blätter entwickelt hatten. Die Knospen waren stark aufgetrieben, außen mit einem klebrigen, röthlichen und wohlriechenden Safte stark überzogen. Ich steckte diese Zweige in Blumentöpfe, die ich vor meinen Stöcken aufstellte, so daß die auffliegenden Bienen über sie ihren Weg nehmen mußten. Es dauerte aber keine Viertelstunde, als auch schon eine Biene sich diesen Umstand zunutze machte; sie ließ sich auf dem Zweige nieder, näherte sich einer der dicksten Knospen, und ich sah, wie sie deren Hülle entfernte, ihre Anstrengungen gegen die halbgeöffnete Stelle wendete, Fädchen der klebrigen Masse, womit sie angefüllt waren, daraus hervorzog, dann mit einem der Füße des zweiten Paars das erfaßte, was sie zwischen den Kiefern hielt, einen Hinterfuß nach vorn streckte und schließlich das kleine gewonnene Propolisblättchen in das Körbchen dieses Fußes

brachte. Nachdem sie damit fertig war, öffnete sie die Knospe an einer andern Stelle, zog von neuem Fäden desselben Stoffs mit ihren Zähnen hervor, faßte sie mit dem zweiten Fußpaare und brachte sie sorgfältig ins andere Körbchen. Darauf flog sie ab und kehrte in ihren Stock zurück. Nach Verlauf einiger Minuten setzte sich eine zweite Biene auf dieselben Zweige und belud sich in derselben Weise mit Propolis.

Denselben Versuch machten wir mit frisch abgehauenen Pappelzweigen, deren junge Triebe reichlich mit Propolis versehen waren, die aber die Bienen nicht anzuziehen schienen; der Saft war freilich nicht so dick und roth, als derjenige, den wir ihnen zuerst vorgestellt, und den die Knospen seit Frühling aufbewahrt hatten.

Die Bienen sammelten also eine röthliche harzige Masse von den Knospen der gemeinen Pappel; ich hatte also nur noch die Einerleiheit dieses Stoffes mit der Propolis nachzuweisen. Eine Beobachtung, die ich zur selben Zeit machte, ließ mir darüber keinen Zweifel mehr.

Ich nahm verhärtete Propolis von den Wänden eines alten Stocks, zerrieb sie und übergoß sie mit Aether. Die Flüssigkeit färbte sich zu neun wiederholten Malen; das letzte Mal allerdings nur sehr schwach. Ich ließ sie verdampfen, und es blieb am Boden ein weißgrauer Niederschlag zurück. Nachdem derselbe in destillirtem Wasser aufgelös't worden, zeigte er unter dem Mikroskop unverkennbare Pflanzenreste, man konnte die Epidermis erkennen und die eigenthümlichen Gefäße waren aufs deutlichste zerlegt; auch entdeckte man darin noch theils undurchsichtige, theils durchsichtige Membranenstückchen, aber keine Luftgefäße.

Aehnliche Wirkung übte der Aether auf die Knospe der Pappel aus, sie färbten ihn zu wiederholten Malen gelb; man lös'te den Niederschlag in destillirtem Wasser auf und entdeckte darin unter dem Mikroskop dieselben Gefäße, aber weniger vollständig zerlegt, als diejenigen, welche die Propolis nachgewiesen hatte.

Die Indentität beider Stoffe war nicht mehr zweifelhaft; wir mußten nun noch ausfindig machen, in welcher

Weise die Bienen die Propolis verarbeiteten. Wir wünschten besonders der Vollendung ihrer Zellen beizuwohnen; ohne irgend einen glücklichen Kunstgriff war es aber fast unmöglich, sie bei dieser Arbeit zu belauschen. Wir hofften, ihnen in einem Stocke, in welchem sie die Waben aufwärts bauten, leichter folgen zu können, weil hier ein Theil der Zellen immer an das Glas gebaut wird und deren Höhlungen vor den Augen des Beobachters nicht verdeckt sind.

Wir bevölkerten darauf einen Stock, der so vorgerichtet war, daß er unsern Zweck erfüllen konnte. Die Bienen bauten darin aufwärts und erreichten sehr bald das Glas; da sie aber wegen eingetretenen Regenwetters nicht ausfliegen konnten, trugen sie drei Wochen lang keine Propolis ein. Ihre Waben blieben bis Anfang Juli, wo die Atmosphäre unsern Beobachtungen sich günstiger gestaltete, völlig weiß. Ein heiteres Wetter und eine erhöhte Temperatur reizten die Bienen zur Ernte. Sie kehrten von ihren Ausflügen mit diesem Harze beladen zurück, welches einem durchsichtigen Gelee gleicht. Dieser Stoff hatte damals die Farbe und den Glanz einer Granate und unterschied sich entschieden von den Pollenhöschen, welchen andere Bienen zu derselben Zeit eintrugen. Die mit Propolis beladenen Bienen schlossen sich den Trauben an, welche vom Kopfe des Stocks herabhingen, und wir sahen sie die äußeren Lagen des Haufens durchlaufen; wenn sie an den Befestigungspunkten der Waben angekommen waren, ruhten sie daselbst aus; mitunter machten sie aber auch auf den vertikalen Wänden ihrer Wohnung halt und warteten, bis andere Arbeiter sie von ihrer Last befreiten. Wir sahen auch wirklich, wie zwei oder drei einer jeden sich nahten, mit ihren Zähnen die Propolis von den Beinen ihrer Gefährtinnen entnahmen und sogleich mit ihren Vorräthen davon eilten. Der Kopf des Stocks bot nun das allerbelebteste Schauspiel dar; eine Menge Bienen lief von allen Seiten herzu; die Ernte, die Vertheilung und die verschiedenen Verwendungen der Propolis machten nun ihre vorherrschende Beschäftigung aus. Einige trugen den Stoff, den sie den Lieferantinnen abgenommen hatten, in ihren

Zähnen herbei und legten sie an den Ständern der Rähmchen oder den Befestigungspunkten der Waben ab; andere beeilten sich, denselben, ehe er verhärtete, wie einen Firniß auszubreiten, oder bildeten daraus auch wohl Bänder, welche den Spalten der Wände entsprachen, die sie verkitten wollten. Man kann sich nichts Mannichfaltigeres denken, als eben diese Beschäftigungen der Bienen; indeß uns lag vorzugsweise daran, die Kunst kennen zu lernen, mit welcher sie die Propolis im Innern der Zellen verwendeten. Wir faßten darum diejenigen mit besonderer Aufmerksamkeit ins Auge, die sich nach unserer Meinung damit befassen wollten, und die wir von dem großen Haufen leicht unterschieden, weil sie ihre Köpfe gegen das horizontale Glas gewendet hatten. Sobald sie dasselbe erreicht hatten, befestigten sie darauf die Propolis, welche zwischen ihren Zähnen glänzte, und zwar ungefähr in der Mitte des Raumes, welcher die Waben trennte. Hierauf sahen wir sie beschäftigt, diese harzige Masse an ihren eigentlichen Bestimmungsort zu bringen; indem sie den Stützpunkt, den dieselbe ihnen vermöge ihrer Klebrigkeit darbot, benutzten, hingen sie sich daran vermittelst der Häkchen ihrer Hinterfüße auf und schienen sich unterhalb der Glasdecke zu schaukeln. Der Zweck dieser Bewegung lag in dem Vor- und Rückwärtsschieben ihres Körpers; bei jeder Bewegung sahen wir den Propolishaufen sich den Zellen mehr nähern. Die Bienen bedienten sich ihrer freigebliebenen Vorderfüße, um das zusammenzufügen, was durch ihre Zähne abgelös't war, und um die Bruchstückchen zu vereinigen, welche auf der Oberfläche des Glases zerstreut waren; letzteres erhielt seine völlige Durchsichtigkeit wieder, sobald die gesammte Propolis an die Mündung der Zelle gebracht war. Einige Bienen krochen in diejenigen Zellen hinein, welche an die Glasscheiben angebaut waren. Hier erwartete ich sie und hoffte, sie bequem beobachten zu können. Sie trugen keine Propolis herzu, sondern ihre Zähne wurden verwendet, die Zellen zu glätten und zu säubern, sie ließen dieselben auf die von dem Zusammentreten ihrer Wände gebildeten Winkelfurchen einwirken, gaben diesen mehr Tiefe und glätteten die rauhen

Stellen der Wände. Bei dieser Arbeit untersuchten die Fühler das Terrain und zeigten ihnen, vor den Mandibeln liegend, unbezweifelt die vorspringenden Theilchen an, welche sie zu entfernen hatten.

Als eine dieser Arbeiterinnen das Wachs in dem Winkel, welchen ihre Zähne durchliefen, genug geglättet hatte, ging sie rücklings aus der Zelle heraus, näherte sich dem Propolishaufen, der ihr zunächst war, zog mit ihren Zähnen ein Fädchen aus dieser harzigen Masse hervor, riß dieses sogleich ab, indem sie mit dem Kopfe rasch zurückfuhr, erfaßte es mit den Häkchen der Vorderfüße und kehrte hierauf in die Zelle zurück, die sie soeben vorgerichtet hatte. Ohne weiteres legte sie das Fädchen zwischen die beiden Wände, welche sie geglättet hatte, und auf den Boden des Winkels, den dieselben bildeten; vermuthlich aber fand sie das Bändchen für den Raum, den es überziehen sollte, zu lang, denn sie biß ein Theilchen davon ab. Sie bediente sich abwechselnd ihrer Vorderfüße, um es zwischen den beiden Wänden zurechtzulegen und auszubreiten, oder ihrer Zähne, um es in den Winkel einzudrücken, den sie mit dieser Masse bekleiden wollte. Nach diesen verschiedenen Operazionen schien das Propolisbändchen nach der Meinung der Biene noch zu breit und zu massig zu sein; sie begann also abermals es mit denselben Werkzeugen zu benagen, und jeder Biß sollte ein Theilchen entfernen. Als diese Arbeit vollbracht war, bewunderten wir die Genauigkeit, womit das Bändchen zwischen die beiden Wände der Zellen eingefügt war. Die Arbeiterinn hielt sich nicht weiter dabei auf, sondern wandte sich zu einem anderen Theile der Zellen, setzte ihre Kinnbacken gegen das Wachs der Ränder von zwei andern Trapezen in Bewegung, und es wurde uns klar, daß sie abermals eine Stelle vorrichtete, welche ein neues Propolisfädchen überziehen sollte. Wir meinten nicht anders, als daß sie sich mit neuem Harz von demselben Haufen versorgen werde, welcher ihr dasselbe vorhin geliefert hatte, aber wider unser Erwarten benutzte sie jenes Theilchen, welches sie vom ersten Fädchen abgenagt hatte, ordnete es in dem Raume, der ihm bestimmt war, und gab

ihm all die Festigkeit und Vollendung, deren es fähig war. Andere Bienen vollendeten das Werk, welches diese begonnen hatte; sämmtliche Wände der Zellen waren bald von Propolisbändchen eingerahmt; die Bienen machten es mit den Mündungen derselben ebenso; zwar konnten wir den Augenblick nicht erfassen, in welchem sie damit beschäftigt waren, indeß ist es jetzt doch leicht einzusehen, wie sie verfahren mußten.

Obgleich diese Beobachtungen uns mit der Kunst, womit die Bienen die Wände ihrer Zellen auspichten, bekannt machten, so erklärten sie uns doch keinesweges die gelbe Färbung derselben. In verschiedenen darüber angestellten chemischen Versuchen relevirte der Färbestoff der Zellen keinesweges von der Propolis, welche ihre Wände überzieht; er hing vermuthlich von einer andern Ursache ab. Es mußten deshalb neue Versuche angestellt werden.

Erster Versuch. Wir wählten einige Zellen aus, deren Wände sich durch ein Jonquille-Gelb auszeichneten; ihre Ränder waren mit Propolis überzogen. Wir entfernten mit größter Vorsicht das Bändchen, welches jede Wand einrahmte, und thaten das gelbe Wachs in Weingeist. Dunkel gestellt verblieb es darin drei Wochen. Der Weingeist hatte sich nicht gefärbt, und die Zellenwände besaßen noch ihre gelbe Färbung. Andere ebenso gefärbte Zellen, denen wir das Propolis-Band gelassen und die wir demselben Versuche für dieselbe Zeit unterworfen hatten, färbten den Weingeist immer mehr. Die Propolis war bald gänzlich aufgelöſ't, indeß schien die Farbe der Wände, statt davon gelitten zu haben, nur noch glänzender geworden zu sein.

Zweiter Versuch. Ich brachte jonquille-gelb gefärbte Zellenwände zwischen zwei Glasplatten und setzte sie dem Sonnenlichte aus; ein paar Tage genügten, sie zu bleichen. In derselben Weise behandelte ich gefärbte und mit Propolis eingefäßte Zellenwände und ließ sie zwei Monate der Einwirkung der Sonne ausgesetzt. Das Wachs verlor sehr bald seine gelbe Farbe, die der Propolis wurde jedoch durch den langen Versuch im mindesten nicht verändert.

Dritter Versuch. Ich nahm gelbe, an Mündung und Wänden mit Propolis überzogene Zellen, that sie in Salpetersäure und ließ diese fünf Minuten lang kochen. Als das Salpetergas sich zu entwickeln anfing, nahm ich die Phiole vom Feuer und ließ sie erkalten. Die gelbe Farbe war verschwunden und das Wachs weiß geworden, die Propolis aber hatte ihre Farbe behalten. Der wiederholte Versuch brachte keinerlei Veränderung bei dieser Substanz hervor.

Vierter Versuch. Ich schüttete Zellen gelben Wachses ohne Propolis in Aether; die Flüssigkeit nahm gleich anfänglich eine leichte gelbe Färbung an, allmählich wurde sie dunkler, und das Wachs wurde nun ganz entfärbt. Ich ließ den Aether verflüchtigen, in der Voraussetzung, daß der färbende Stoff am Boden des Gefäßes zurückbleiben werde, fand aber nach der Verdunstung nur eine geringe Menge weißen Wachses, welches im Aether war aufgelös't worden.

Derselbe Versuch wurde mit weißen Zellen, deren Mündung und Wände mit Propolis überzogen waren, angestellt. Der Aether nahm eine schöne gelbe Farbe an, die von Stunde zu Stunde gesättigter wurde, von Propolis aber blieb auf den verschiedenen Zellenstücken nichts zurück. Ich entkorkte das Gläschen und als der Aether verflüchtigt war, fand ich am Boden des Gefäßes einen röthlichen Propolis-Firniß, auf welchem man das weiße Wachs unterschied, welches der Aether zurückgelassen hatte.

Diese Versuche beweisen, daß der Stoff, welcher das Wachs gelb färbt, keine Beziehung zu der Propolis hat. Indeß haben mir meine Beobachtungen gelehrt, daß diese Färbung dem Wachse keineswegs natürlich ist, da die frischen Zellen aus weißem Wachse gebaut werden. Diese Farbe verändert sich allmählich und weicht einem Anfluge von Gelb, welches im Verlaufe der Zeit immer dunkler wird; mitunter genügen zwei oder drei Tage, neue Waben gänzlich gelb zu färben. Der Grund dieser Veränderung war mir verborgen, und mit anderen Naturforschern glaubte ich, daß sie von der im Stocke herrschenden Hitze, von den in ihrer Atmosphäre verbreiteten Dünsten, von den Aus-

dünstungen des Honigs oder auch wohl des Wachses selbst und von der Ablagerung dieser Stoffe in den Zellen herrühren möge. Diese Meinungen hielten indeß eine strengere Prüfung nicht aus; öfter hatte ich neue Waben Monate lang unverändert bleiben sehen, obgleich sie von den Bienen zu gewöhnlichem Gebrauche verwendet wurden, und wenn ich diejenigen neu eingeschlagenen Völker untersuchte, fand ich öfters einige, deren eine Seite weiß, die andere gelb war; mitunter fand ich sogar auf einer Wabenseite eine Stelle, wo sämmtliche Zellen lebhaft gelb waren, während die angrenzenden noch ihre frische Weiße bewahrten. Man konnte genau die Grenzen der Färbung erkennen; eine Zelle hatte mehre gelbe Wände, während andere weiß geblieben waren, mitunter war sogar ein Wandtheil weiß und gelb gescheckt. Eine solche Vertheilung der Farben läßt sich nicht durch Ursachen erklären, denen ich einigen Einfluß zugeschrieben hatte. Der Honig und der Pollen würden sämmtliche Wände einer und derselben Zelle gleichmäßig mit dem färbenden Stoffe getränkt haben; die im Stocke verbreiteten Dünste konnten nur gleichmäßig auf die Farbe der Waben einwirken. Dennoch wollte ich mich bestimmter überzeugen, daß dieser Grund der beobachteten Wirkung nicht unterliegen könne.

Zunächst mußte ich erforschen, ob die Zellen, denen die Bienen sich nicht nähern könnten, ihre Weiße bewahren würden. Zu dem Ende richtete ich einen Stock ein, in dessen Mitte sich ein Verschlag befand, in welchen die Bienen nicht gelangen konnten. Hierhin brachte ich ein völlig weißes Wabenstück, welches einen Monat lang der Wärme, der Feuchtigkeit und allen Dünsten ihrer Atmosphäre ausgesetzt blieb, ohne daß seine Farbe durch irgend eine dieser Ursachen verändert worden wäre. In derselben Zeit aber wurden die Waben, welche den Bienen zugänglich waren, immer gelber, doch wai die Färbung eine theilweise, sie vertheilte sich ungleichmäßig und abstechend. Es deutete also alles darauf hin, daß sie keineswegs von dem längeren oder kürzeren Verbleiben des Wachses im Innern des

Stockes, sondern von einer unmittelbaren Einwirkung der Bienen abhänge.

Ich schmeichle mir nicht, die Weise, wie sie ihren Waben diese Färbung geben, schon zu kennen. Ich habe diese Wirkung nach einander zwei sehr verschiedenen Handlungen untergelegt. Bei der einen reiben die Bienen, welche sich auf den Waben, an den Glasscheiben oder den Wänden des Stocks auszuruhen scheinen, die Spitzen ihrer Mandibeln gegen den Gegenstand, von welchem man glaubt, daß sie ihn mit Firniß überziehen, indem sie ihren Kopf vor- und rückwärts bewegen; sie öffnen und schließen ihre Zähne mit jeder Kopfbewegung; ihre Vorderfüße reiben wiederholt und ziemlich schnell die Oberfläche, auf welcher sie sitzen; die in dieser Weise beschäftigte Biene geht rechts und links und treibt das so recht lange. Die Wand, oder die Oberfläche der Wabe, woran sie so arbeiten, scheint ihre Farbe zu ändern, indeß habe ich mich doch nicht vergewissern können, ob das wirklich auch eine Folge dieser Arbeit sei. Ich habe wohl bemerkt, daß sich immer etwas Gelbes in der Höhlung der Zähne dieser Bienen befand; ob sie aber diesen Stoff abgenagt hatten, oder ihn noch erst auf das Wachs auftragen wollten, konnte ich nicht entscheiden. Doch habe ich es für wahrscheinlicher gehalten, daß er aufgetragen werden sollte, weil diese Bienen ebenso auch das Holz und das Glas rieben; das Glas färbte sich nicht, wohl aber nahm das Holz eine sehr entschiedene Färbung an.

Ein zweites Verfahren, wovon ich Zeuge gewesen bin, wurde vermittelst der Zunge ausgeführt; es schien dieses Organ die Stelle eines biegsamen und feinen Pinsels zu vertreten; es fegte die Oberfläche des Glases rechts und links und schien einige Tröpfchen einer durchsichtigen Flüssigkeit darauf zurückzulassen.

Bei jeder veränderten Richtung sah man aus der Mitte des Rüssels und der beiden längsten ihm anliegenden Taster eine Flüssigkeit hervortreten, welcher von da herabglitt und wie ein silberglänzender Strich erschien. Diese Flüssigkeit rann rasch zu der Spitze des Rüssels herab;

dieser vertheilte dieselbe auf die Theile der Zellen, für welche sie bestimmt war, er trug sie auch auf das Glas auf, ohne dasselbe aber zu trüben; denn die Trübung, welche es mitunter annimmt rührt nicht daher, sie tritt nur dann ein, wenn die Bienen mit ihren Zähnen die Wachstheilchen, die sie auf seiner Oberfläche abgelagert hatten, ausbreiten.

Ich will nicht entscheiden, welcher der vorerwähnten Operazionen die gelbe Färbung des Wachses zugeschrieben werden muß; doch möchte ich mich für die erstere entscheiden, weil ich mitunter eine sichtbare Veränderung in der Farbe gewisser Zellen wahrzunehmen glaubte, wenn die Bienen sie mit ihren Zähnen und ihren Vorderfüßen gerieben hatten.*)

*) Die von Huber im Vorstehenden berührte Frage, woher die gelbe Farbe des Wachses rührt, ist keine uninteressante. Wir glauben aber, daß Huber dieselbe nicht gelös't hat. Dr. Dönhoff hat über denselben Gegenstand interessante Versuche angestellt, die er in Nr. 15, 1855 der Bienenzeitung mitgetheilt hat, und die ich zur Vergleichung hier aufnehme. Er äußert daselbst: »Schneidet man von einem Wachsboden dünne Scheiben ab, oder noch besser, gießt man einen geschmolzenen Wachsboden in dünnen Lagen aus, so sieht man, daß das ungebleichte Wachs eine reine hellgelbe Farbe hat, schneidet man die Scheibe dicker oder gießt man die Lagen dicker, so steigert sich die hellgelbe Farbe zu einem tiefgesättigten wundervollen Orangegelb.

Dies rührt daher, daß das anfangs schneeweiße Wachs im Stocke, auch wenn die Zellen honig- und brutleer bleiben, eine hellgelbe Farbe annimmt. Am gesättigtsten ist diese Farbe in alten schwarzen Waben; denn schmilzt man eine schwarze alte Zelle, so bleibt ein schwarzer unschmelzbarer Rückstand, es fließt aber ein tief orangegelbes Wachs aus. Dieselbe gelbe Farbe erhalten früher oder später gewöhnlich nur stellenweise die Holzwände und Belagbrettchen der Stöcke. Dieser gelbe Farbstoff, dessen Farbe wesentlich verschieden ist von der gold- oder bräunlichgelben Farbe, die der unkrystallisirbare Zucker des Honigs, der Zuckersyrup, hat. Woher rührt er?

Ich habe hierüber folgende Beobachtungen und Versuche gemacht: 1) Ich hielt Honig mehre Monate in einer Holzschachtel, stellte sie abwechselnd auf den Ofen und wieder in den Keller. Es kam weder an den Deckel ein gelber Beschlag, noch waren die Wände, die mit dem Honig in Berührung gewesen waren, orangegelb geworden; ersterer blieb, wie er war, nur hingen Wassertropfen an demselben, letztere wurden schmutzig bräunlich gelb. 2) Ich legte ebenso Blumenmehltafeln, Bruttafeln, Stäbchen mit Propolis bedeckt, in Schachteln; die Schachteln blieben, wie sie waren. 3) Ich stellte frische Waben und eine Holzschachtel in einen abgetriebenen, reichlich mit Honig, Blumenmehl und Propolis versehenen Strohkorb, stellte ihn abwechselnd heiß und kühl; Schachtel und Waben blieben wie sie waren. 4) Ich schmolz frisches Wabenwachs mit Honig zusammen, rührte das Ganze tüchtig durcheinander; nach dem Erkalten strich ich den am Wachse klebenden Honig mit einem Messer ab, das Wachs blieb weiß. 5) Ich hatte in diesem Frühjahre ein Volk in eine

Die Bienen beschränken sich nicht darauf, ihre Zellen zu firnissen und zu färben; sie beschäftigen sich auch damit, ihrem Gebäude selbst vermittelst eines Mörtels, den sie zu dem Zwecke zu bereiten verstehen, eine größere Festigkeit zu geben.

Schon die Alten, welche sich viel mit den Bienen beschäftigt hatten, kannten einige Eigenthümlichkeiten der Propolis und haben uns gelehrt, daß die Bienen sie bei mehren Veranlassungen mit Wachs mischen. Sie nannten dann diesen Stoff metis oder pissoceron, welche Namen auf die Mischung desselben mit Wachs hindeuteten.

Ein Versuch den ich mit Propolis anstellte, womit die Stöcke überzogen werden, zeigte mir, daß sie diesen Ge-

---

mit leeren Waben ausgestellte Wohnung getrieben, dem Volke am Anfange nur ein halb Pfund Honig, später aber sechs Pfund Zucker, in Wasser gelös't, gegeben. Honigtracht gab's nicht. Als es sechs Pfund aufgetragen, und ich in den Zellen nur Zuckerwasser, in den Honigblasen der Bienen nur wasserklares Zuckerwasser fand, stellte ich dem Volke eine Holzschachtel unter den Sitz. Nach einigen Tagen war sie hellgelb beschlagen. Ich stellte dem Volke zu wiederholten Malen mit naßgemachtem Mehliszucker versehene Schachteln ein, damit die Bienen denselben stark belagern sollten; nach vier bis zwölf Stunden fand ich die Dosen hellgelb beschlagen, am stärksten da, wo der Zucker mit den Wänden in Berührung gewesen war; nach einigen Tagen waren sie pomeranzengelb. 6) Ich stellte eine mit Zucker gefüllte Dose auf ein weißes Brett, welches nur so schmale Ritzen zwischen sich und dem Bodenbrett der Dose ließ, daß keine Biene hindurch konnte, trotzdem fanden sich noch auf diesem Brett gelbe Flecken. 7) Ich schnitt das Brett in Stückchen, legte diese in eine Porzellanschale und goß über dieselben Alkohol, hielt die Porzellanschüssel über eine Spiritusflammme, daß der Alkohol kochte. Dieser färbte sich reingelb und hinterließ nach dem Verdunsten einen orangefarbenen Rückstand; die gelbe Farbe des Holzes war verschwunden, der Rückstand zeigte keine Reakzion auf Zucker. 8) Ich legte Honig in Alkohol; dieser zog nur den schmutziggelben Honigsyrup heraus, aber keinen orangegelben Farbstoff; in heißem Alkohol lös't sich auch der Traubenzucker des Honigs auf.

Was folgt nun hieraus: 1) Aus den Versuchen 1, 2, 3 folgt, daß weder Honig, noch Blumenmehl, noch Propolis einen verdunstbaren Farbstoff enthalten. 2) Aus den Versuchen 5 und 6 folgt, daß der gelbe Farbstoff von dem Körper der Bienen herrührt. 3) Aus dem Versuche 6 folgt, daß er nicht durch Berührung mit dem Rüssel u. s. w., wie Huber glaubt, an die Waben und an das Holz gebracht wird, sondern, da er an Orten sich zeigte, wohin keine Biene dringen konnte, so folgt, daß der Farbstoff ein Stoff ist, der in der Ausdünstung der Bienen enthalten ist. 4) Aus den Versuchen 5 und 6 scheint außerdem zu folgen, daß die Bienen diesen Stoff ausdünsten, selbst wenn sie keinen Honig genießen.«

In Nr. 2, 1852 erweitert der Herr Verfasser seine Ansicht dahin, daß der Farbestoff des Wachses allerdings der Ausdünstung der Bienen zuzuschreiben sei, daß sie denselben aber nur nach Pollenzehrung ausdünsten, welche Ansicht auch Referent theilt. K.

genstand sorgsam untersucht hatten, und daß es unrecht sein würde, wenn man ihre oft allerdings unrichtigen Behauptungen ohne Prüfung verwerfen wollte.

Aus den angeführten Experimenten war ich zu der Erkenntniß gekommen, daß der Aether die Propolis auflös'te, aber nur einen sehr geringen Theil von dem Wachse, welches man seiner Einwirkung unterwarf, auszog. Ich entnahm nun einige Bruchstücke dieses Harzes von den Wänden eines alten Stockes und übergoß sie mit Aether. Ich goß die Flüssigkeit zu wiederholten Malen ab, und als sie sich nicht weiter färbte, schloß ich, daß die sämmtliche Propolis aufgelös't sei, und ich fand in dem Glase nur noch das weiße Wachs, welches von den Bienen mit dem Harze gemischt worden war.

Plinius glaubte, daß die Bienen sich einer Mischung von Wachs und Propolis bedienten, um die Haftbänder der Waben zu bilden, Reaumur dagegen meinte, daß die Bienen bei dieser Arbeit nur reines Wachs verwendeten. Die Thatsachen, welche ich sogleich anführen werde, und die ich in einem Beobachtungsstocke wahrgenommen habe, machen es mir vielleicht möglich, die auseinandergehenden Ansichten dieser großen Naturforscher zu vereinigen.

Kurz nachdem die Bienen die neu angelegten Waben vollendet hatten, entstand eine sichtbare Unordnung und große Bewegung im Stocke. Das Verhalten der Bienen zeigte eine Art Wuth, die sich gegen ihre eigenen Waben richtete. Die Zellen der ersten Reihe, deren Bau wir höchlich bewundert hatten, waren ganz unkenntlich gemacht; dicke und massige Mauern, plumpe und unförmliche Pfeiler waren an die Stelle der zierlichen Scheidewände getreten, welche die Bienen anfänglich mit so großer Regelmäßigkeit aufgeführt hatten. Auch der Stoff war wie die Form verändert, er schien aus Wachs und Propolis gemischt. Die Ausdauer der Arbeiter bei ihrer Verwüstung führte uns auf den Gedanken, daß sie irgend eine nützliche Veränderung in ihrem Baue beabsichtigten.

Ich richtete meine Aufmerksamkeit auf die am wenigsten beschädigten Zellen; einige waren noch gänzlich unverletzt;

bald aber stürzten sich einige Bienen darauf, und ich sah, wie sie die senkrechten Wände derselben einrissen, das Wachs zerbrachen und die Bruchstücke herabwarfen; zugleich bemerkte ich aber auch, daß sie die Trapeze der ersten Zellenreihe nicht anrührten und ebenso wenig gleichzeitig die korrespondirenden Theile beider Wabenseiten einrissen, sondern abwechselnd bald auf der einen, bald auf der andern Seite arbeiteten und der Wabe einen Theil ihrer natürlichen Stützpunkte ließen. Ohne diese Vorsicht würden die Waben herabgefallen sein, und das war die Absicht der Bienen nicht, im Gegentheil wollten sie dieselben fester mit der Decke ihres Stocks verbinden, ihnen zuverlässigere Grundlagen geben und ihrem Falle dadurch vorbeugen, daß sie die Verbindungen aus einem Stoffe bildeten, dessen Bindekraft die des Wachses bei weitem übertrifft.

Die Propolis, welche sie bei dieser Gelegenheit verwendeten, war in größerer Masse auf einer Spalte des Stockes angebracht gewesen; durch Austrocknen war sie verhärtet, was sie vielleicht für den Zweck, wozu die Bienen sie ausersehen hatten, gerade weit geeigneter machen mochte, als ganz frische Propolis.

Es machte den Bienen einige Mühe, sie wegen ihrer Härte von der Wand wieder abzutrennen. Ich glaube bemerkt zu haben, daß sie dieselbe vermittelst ihrer Zunge mit der schäumigen Flüssigkeit mischten, deren sie sich bedienen, um das Wachs dehnbarer zu machen, und daß dies Verfahren dazu beitrug, die Propolis zu erweichen und abzutrennen. Reaumur hatte etwas Aehnliches bei einer ähnlichen Gelegenheit wahrgenommen.

Ganz deutlich sah ich, wie die Bienen Stückchen alten Wachses mit Propolis mischten und beide Substanzen kneteten, um ein Gemisch daraus zu machen. Sie bedienten sich desselben, um die eben eingerissenen Zellen wieder aufzubauen. Dabei befolgten sie aber nicht die gewöhnlichen Regeln ihrer Bauweise, die Sparsamkeit war ganz bei Seite gesetzt; nur die Festigkeit ihres Baues beschäftigte sie. Die einbrechende Nacht gestattete uns nicht weiter, allen ihren Arbeiten zu folgen, aber am folgenden Tage

konnten wir über das urtheilen, welches ganz so war, wie wir es mitgetheilt haben.

Diese Beobachtungen zeigen uns, daß es in der Arbeit der Bienen einen Zeitpunkt giebt, wo die oberen Befestigungen ihrer Waben einfach mit Wachs aufgeführt werden, wie Reaumur glaubte, und daß, wenn alle erforderlichen Bedingungen erreicht sind, die Grundlagen aus einer Mischung von Wachs und Propolis zusammengesetzt werden, wie Plinius so viele Jahrhunderte vor uns bekannt gegeben hat*)

Dieser Zug im Verhalten der Bienen konnte allein den scheinbaren Widerspruch erklären, der sich über diesen Punkt in den Schriften dieser Naturforscher findet. So war die erste anfänglich angelegte Zellenreihe, welche den Pyramidalböden der folgenden Zellen zur Grundlage und Richtung diente, nur für eine gewisse Zeit bestimmt; sie konnte zur Tragung des Gebäudes ausreichen, so lange die Magazine nicht ganz gefüllt waren; aber diese so zarten Wachsblättchen waren vielleicht unzureichend, ein Gewicht von mehren Pfunden zu tragen. Die Bienen scheinen Unzuträglichkeiten, welche daraus hervorgehen könnten, zu fühlen; sie zerstören deßhalb die zu zarten Wände der Zellen der ersten Reihe, wobei sie aber die Trapezen ihrer Böden unangetastet lassen, und setzen an die Stelle der gebrechlichen Wachswände, die sie einreißen, kräftige Pfeiler und dicke Mauern von bindendem und festem Stoffe.

Darauf beschränkt sich aber ihre Voraussicht noch nicht. Wenn sie Wachs genug haben, so geben sie ihren Waben die erforderliche Breite, damit sie mit ihren Rändern die senkrechten Wände des Stocks erreichen. Sie verstehen es, dieselben an dem Holze oder dem Glase in solchen Formen zu befestigen, die sich je nach den Umständen der Form der Zellen mehr oder weniger nähern. Wenn

---

*) Die im Bau der Zellenrohre der ersten Reihe vorgenommene Veränderung bindet sich an keine bestimmte und regelmäßige Zeit. Sie hängt vielleicht von mehren Umständen ab, die nicht immer zusammentreffen. Mitunter lassen die Bienen sich genügen, die Wände der oberen Zellen mit Propolis einzurahmen, ohne ihre Form zu verändern oder ihnen eine stärkere Dicke zu geben. H.

ihnen indeß das Wachs mangelt, ehe sie ihre Waben, deren Umrisse noch abgerundet sind, und die, weil sie nur oben im Stocke befestigt sind, einen leeren Raum zwischen ihren abgeschrägten Rändern und den senkrechten Stockwänden lassen, einen genügenden Durchmesser geben konnten, so könnten dieselben von dem Honiggewichte abgerissen werden, wenn die Bienen nicht dadurch für ihre Befestigung sorgten, daß sie zu dem Ende große mit Propolis gemengte Wachsmassen zwischen ihren Rändern und den Stockwänden anhäuften. Die Form derselben ist unregelmäßig, sie sind in einer seltsamen Weise ausgehöhlt, und diese Aushöhlungen haben nichts Regelmäßiges. Der folgende Zug, in welchem sich der Instinkt noch offener darlegt, ist nur eine weitere Entwickelung dieser besonderen Kunst, ihre Magazine zu befestigen.

Eine Wabe meines glockenförmigen Glasstocks, die von vornherein nicht genug befestigt worden war, fiel im Winter zwischen den andern Waben herab, behielt aber nichts destoweniger eine gleiche Richtung mit denselben. Die Bienen konnten den leeren Raum zwischen deren oberen Rande und dem Kopfe des Stocks nicht ausfüllen, weil sie mit altem Wachse keine Zellen bauen*), und ihnen damals das Vermögen abging, sich neues zu verschaffen. In einer günstigeren Jahreszeit würden sie nicht angestanden haben, eine neue Wabe auf der alten aufzuführen; da sie aber damals über ihren Honigvorrath nicht verfügen konnten, um ihn zur Produzirung dieses Stoffes zu verwenden, sorgten sie für die Festigkeit ihrer Waben durch ein anderes Verfahren.

Sie nahmen Wachs von dem unteren Rande der anderen Waben und selbst von deren Seiten, indem sie den Rand der am meisten verlängerten Zellen abnagten. Darauf begaben sie sich haufenweise theils auf die Ränder der herabgefallenen Wabe, theils zwischen ihre Wände und die der benachbarten Waben und legten mehre Bänder von

*) Huber irrt darin, wenn er den Bienen die Fähigkeit abspricht, neue Waben mit altem Wachse zu bauen. Sie besitzen sie unbestreitbar, wenn sie dieselbe auch nicht im Großen zur Geltung bringen. K.

unregelmäßigem Bau theils zwischen den Rändern der herabgefallenen Wabe und dem Glase, theils zwischen ihren gegenseitigen Seitenflächen an. Es waren das Pfeiler, Streben und Balken, kunstgerecht angeordnet und den Verhältnissen angepaßt.

Sie beschränkten sich nicht darauf, den zufälligen Schaden ihres Baues auszubessern, sondern dachten auch an diejenigen, welche noch eintreten könnten, und schienen den Fingerzeig zu benutzen, welchen der Fall der einen ihrer Waben ihnen gegeben hatte, um die anderen zu befestigen und einem zweiten Ereignisse derselben Art zu begegnen.

Letztere waren nicht gewichen und schienen in ihrer Grundlage fest zu sein; ich war deßhalb nicht wenig erstaunt, als ich die Bienen auch ihre Hauptbefestigungspunke mit altem Wachse verstärken sah, indem sie dieselben viel dicker machten, als sie vorher gewesen waren; sie bereiteten eine Menge neuer Bänder, um sie fester unter einander zu verbinden und stärker an die Wände ihrer Wohnung zu befestigen. Dies Alles geschah Mitte Januar, zu einer Zeit, in welcher die Bienen sich gewöhnlich im Kopfe ihres Stocks aufhalten und sich nicht mehr mit Arbeiten befassen.

Betrachtungen und Ausdeutungen konnte ich mir versagen, aber ich gestehe es, ich wußte mich bei einem Zuge, in welchem der klarste Verstand zu glänzen schien, eines Gefühls der Bewunderung nicht zu erwehren.

Nachtrag.

Brief von Fräulein Jurine über die Zergliederung der Wachstaschen.

Verehrter Herr,

Sie wünschten, daß ich untersuchen möchte, welche Organe bei den Bienen für die Wachsproduktion bestimmt sein könnten. Um ihrem Wunsche entsprechen zu können, mußte ich diejenigen Theile, welche auf den Hinterleibssegmenten sich befinden, einer Untersuchung unterwerfen, sie mit denen der weiblichen Hummeln (bremus), welche ebenfalls einen Wachsstoff erzeugen, ohne, wie die Bienen, Taschen zu haben, wo er eine bestimmte Form erhielte, vergleichen, denselben Vergleich mit den Weibchen einiger andern Hymenopteren, welche kein Wachs ausscheiden, anstellen und mich schließlich üerzeugen, ob hinsichtlich dieser Theile wesentliche Unterschiede zwischen der Königinn, den Drohnen und den Arbeitsbienen stattfänden.

Entfernt man mit einiger Vorsicht die vier Wachssegmente einer Arbeitsbiene, so legt man ein mit Tracheen durchzogenes fettiges Häutchen blos, das demjenigen vollkommen gleicht, welches Swammerdam unter den oberen Hinterleibsringen wahrgenommen hat. Diese Membran ist unter jedem Ringe mit sechs kleinen Muskelbündeln angeheftet. Weil diese Membran sich unter allen Segmenten befindet, das Wachs aber nur auf den untern sich zeigt, so kann

man schon schließen, daß sie das ausscheidende Organ desselben nicht sein kann. Um mich davon zu überzeugen, untersuchte ich den Bauch der veilchenblauen Biene (sylocopa violacea) und den von zwei Wespenarten und fand bei ihnen diese Membran ganz gleich gebildet.

Hierauf untersuchte ich von neuem die innere Seite der Wachssegmente und entdeckte eine weißliche Membran, welche nur den Theil der Wachstaschen auskleidete. Durch Mazerazion konnte ich sie leicht davon abheben, und als ich sie unter das Mikroskop brachte, erschien sie mir als niedliches Netz mit sechseckigen, sehr kleinen Maschen, die mit einer Flüssigkeit von Syrupsdicke angefüllt waren. War dies Netz das ausscheidende Organ des Wachses, so mußte ich es unter denselben Hinterleibssegmenten der Hummeln wiederfinden, und ich fand es in der That, nur mit dem Unterschiede, daß es die ganze vordere Hälfte dieser Segmente überzog.

Um diese Membran, die mitunter wenig in die Augen fällt, leicht erkennen zu können, muß man Bienen nehmen, welche gerade an der Erbauung ihrer Waben arbeiten; dann ist sie mit dem weißlichen Stoffe in einer Weise angefüllt, daß man sie für Wachsblättchen halten möchte.

Um zu wissen, ob dies Netz wirklich Wachs oder nur eine vorgängige Vorbereitung für diesen Stoff enthielt, trennte ich es von der Schuppe ab und that es in ein Gefäß, um es mit den in ein anderes Gefäß gethanen Wachsblättchen zu vergleichen. Nachdem ich sie mit heißem Wasser übergossen hatte, schmolzen die Wachsblättchen, während das Netz auch nicht das kleinste Wachskügelchen ausschied. Mit diesem Versuche wenig zufriedengestellt, wiederholte ich ihn zweimal, indeß blieb das Resultat dasselbe, obgleich ich die Maschen der Netze an mehren Stellen zerrissen hatte. Wenn die Entdeckung dieses Netzes als ein erster Schritt zur Entdeckung der absondernden Organe des Wachses angesehen werden durfte, mußte man noch die Gefäße ausfindig machen, welche es speis'ten, und erkunden, wie das Wachs aus dem Unterleibe ausschwitze. Ich sezirte zu dem Ende eine Menge Bienen, konnte aber nur kleine

Luftgefäße entdecken, welche mit dem Netze in unmittelbarer Verbindung standen. In der Hoffnung, auf einem anderen Wege zu einem günstigeren Erfolge zu gelangen, fütterte ich Bienen einige Tage lang mit lackgefärbtem Honig; dieser Stoff schwitzte indeß nicht durch die Verdauungsorgane hindurch. Ich versuchte Quecksilberinjekzionen in dieselben Organe zu machen, gleichfalls ohne Erfolg. Indem ich kein anderes Gefäß entdecken konnte, kam ich auf die Vermuthung, daß der zur Produkzion des Wachses bestimmte Stoff recht wohl durch eine Ausschwitzung der Magensäfte geliefert werden könne, und um so mehr, weil der Magen gewöhnlich überfüllt ist, wenn die Biene in Wachs arbeitet. Um meinen Zweifel aufzuhellen, legte ich ihn in mehren Wachsbienen bloß, und es gelang mir durch wiederholten Druck, der aber leicht genug war, um ihn nicht zu zerreißen, die Hälfte der Flüssigkeit, die er enthielt, durchsickern zu lassen, und die sich dann in der Bauchhöhle verbreitete. Ich kostete dieselbe und fand sie von süßem, zuckerhaltigem Geschmack. Nachdem ich darauf diese Bienen einem gelinden Feuer aussetzte, nahm diese Flüssigkeit nur die Dicke eines eingedickten Syrups an. Da die Bienen mehr als ein Mittel haben, einen ähnlichen Druck auf ihren Magen auszuüben, darf man da nicht annehmen, daß die Wirkungen dieselben sein werden, und daß die Flüssigkeit, welche aus demselben durchschwitzt, zu dem Netze gelange, wo sie eine solche Umwandlung erhalten mag, die geeignet ist, sie in Wachs umzugestalten?

Die Nachforschungen, die ich angestellt habe, um zu erfahren, wie das Wachs, oder die Flüssigkeit, welche in dem Netze enthalten, vom Innern des Körpers nach außen hervortritt, waren ebenso wenig befriedigend, ich habe in der That keine Oeffnung entdecken können, weder in dem hornigen Theile des Segments, der mit dem Netze bedeckt ist, noch in der Membran, welche die Ringe unter einander verbindet. Durfte ich mich aber zu dem Schlusse berechtigt halten, daß keine bestehe, weil ich keine gesehen? In diesem Zweifel machte ich folgende Versuche. Ich wählte unter Bienen, die man mit Schwefelrauch getödtet hatte,

diejenigen aus, welche Wachsblättchen trugen. Nachdem ich sie rücklings auf ein Brettchen geheftet hatte, zog ich ihren Hinterleib in die Länge, um die Blättchen desto leichter abnehmen zu können; darauf drückte ich die Wachssegmente mehrmals nach einander mit einem Nadelknopfe und sah wie ihre Tasche kaum merklich mit einer Flüssigkeit von der Dicke eines Syrups, die ich nirgend anderswo wahrnahm, überzogen wurde. In diesem Zustande setzte ich die Bienen einer mäßigen Wärme aus, was zwar die Flüssigkeit stärker eindichtete, ihr jedoch keinerlei wachsartigen Anstrich gab.

Ich wiederholte diesen Versuch an Bienen, die schon seit einigen Tagen todt, und deren Körper etwas eingetrocknet war; als ich die Wachsblättchen abnehmen wollte, zerbrachen sie in kleine Stückchen; als ich aber die Wachssegmente wiederholt drückte, gelang es mir durch dies einfache Verfahren, sie ganz zu erhalten, was ich nur dem Ausschwitzen der syrupartigen Flüssigkeit zuschreiben konnte, die ich in den Taschen sah, und die ich schon bei dem vorhergehenden Versuche wahrgenommen hatte.

Die Vergleichung des Hinterleibs der Königinnen mit den der Arbeitsbienen hat mir nur folgende Abweichungen dargeboten. Das Häutchen mit dem Netz, welches bei letzteren nur die Wachstasche einnimmt, ist bei den Königinnen durch ein Häutchen ersetzt, welches sich über die vorderen zwei Drittel jedes Segmentes ausbreitet und dessen Gewebe so fein und zart ist, daß man es selbst mit Hülfe des Mikroskops nicht erkennen kann. Nachdem ich dieses Häutchen entfernt hatte, bemerkte ich, daß die Schuppe auf der Hälfte des Segments, welche den Wachstaschen der Arbeiter entsprach, ein entschiedener ausgesprochenes sechseckiges Gewebe darstellte, als auf der hinteren Hälfte. In der Meinung, daß dies eine zweite Membran sei, wollte ich sie ablösen, erkannte aber, daß die Schuppe selbst so organisirt war. Diese Wahrnehmung veranlaßte mich, die Schuppe der Wachssegmente der Arbeitsbienen genauer zu untersuchen; ich fand sie in dem Theile der Wachstaschen

vollkommen glatt, in allem Uebrigen sonst der der Königinn gleich.

Ich habe jetzt nur noch den Unterschied anzugeben, der sich zwischen den Drohnen und den Arbeitsbienen findet. Er besteht in Folgendem. Die Drohnen ermangeln des Fetthäutchens und des Netzes mit den sechseckigen Maschen gänzlich; an ihrer Stelle sieht man nur eine sehr dicke Lage von Muskelfibern, in welchen Luftgefäße auslaufen, die eben so angeordnet sind, wie die der Arbeitsbienen; die Schuppe der Segmente der Drohnen zeigte dasselbe sechseckige Gewebe, wie bei der Königinn.

(Siehe Taf. III. A ist ein Arbeitersegment, B das einer Königinn, C das einer Drohne; Fig. **4**, **5** und **6** stellen dieselben Segmente im Profil dar.)

Fragment
aus einer Abhandlung über das Wachs,
von **John Hunter.**

Aus dem Englischen.

»Wenn ich die Bildung des Wachses in einer neuen Weise erklären will, muß ich nachweisen, daß es den Ursprung nicht haben konnte, den man ihm bislang unterlegte. Zunächst will ich beweisen, daß der Stoff, woraus die Waben gebildet sind, von einer ganz anderen Beschaffenheit ist, als der Pollen irgend einer Pflanze besitzt.

Der Stoff, den die Bienen an ihren Beinen eintragen, und der nichts anderes ist, als der befruchtende Staub der Blüten, ist immer als der Grundstoff angesehen worden, woraus das Wachs gebildet werde; es giebt sogar Schriftsteller, welche die Bällchen, die die Bienen von den Fluren eintragen, geradezu Wachs genannt haben.

Reaumur hegte diese Ansicht ebenfalls. Ich habe verschiedene Versuche angestellt, um darüber zu entscheiden, ob in diesem Stoffe etwa eine derartige Menge von Oel enthalten sei, um die Menge von Wachs, die daraus ge-

bildet werden mußte, rechtfertigen zu können, und um zu erfahren, ob er wirklich auch Oel enthalte. Ich hielt ihn über die Flamme eines Lichtes; er brannte, aber verbreitete keinen Wachsgeruch. Sein Geruch war ganz derselbe, den der dem Feuer ausgesetzte Blumenstaub verbreitet.

Ich hatte gesehen, daß dieser Stoff an den Beinen verschiedener Bienen von verschiedener, immer aber von derselben Farbe an beiden Beinen derselben Biene war, während doch eine frisch gebaute Wabe nur eine und dieselbe Färbung besitzt. Ebenso habe ich die Bemerkung gemacht, daß Bienen in alten Stöcken, in denen die Waben völlig beendigt sind, diesen Stoff mit größerem Eifer eintrugen, als diejenigen, welche neue Stöcke bewohnen, in denen die Waben nur eben erst angefangen sind; was schwer zu begreifen sein würde, wenn dieser Stoff Wachs wäre. Auch konnte es mir nicht entgehen, daß, wenn man Bienen in einen neuen Stock bringt, sie zwei bis drei Tage gar keine Höschen tragen und damit erst nach dieser Zeit beginnen, Und warum? Weil sie während dieser drei ersten Tage Zeit gehabt haben, einige Zellen zu bauen, in denen sie diesen Stoff einscheuern können, und einige Eier gelegt sind, die, sobald sie ausgekrochen, dieser Nahrung bedürfen, welche nun gleich zur Hand sein und auch dann nicht fehlen wird, wenn regnichtes Wetter die Bienen am Eintragen hindern sollte.

Ferner beobachtete ich, daß, wenn im Juni das Wetter so kalt oder naß war, daß ein junger Schwarm nicht fliegen konnte, die Bienen nichts desto weniger ihre Waben gerade ebenso weit fortführten, als sie es in derselben Zeit gethan haben würden, wenn sie auf den Fluren hätten umherstreifen können.

Das Wachs wird durch die Bienen selbst gebildet. Man kann es eine Fettausscheidung nach außen nennen. Ich habe gefunden, daß sie zwischen jeder Schuppe des Unterleibes vor sich ging. Als ich zum ersten Male eine Biene untersuchte, nahm ich diesen Stoff wahr und war in nicht geringer Verlegenheit, was ich daraus machen sollte. Ich fragte mich, ob es etwa neu sich bildende Schuppen wären, und ob die Bienen die alten nach

Weise der Krebse abwürfen. Ich erkannte aber bald ganz bestimmt, daß dieser Stoff sich nur zwischen den Bauchschuppen zeigte. Als ich die Arbeitsbienen in einem Glasstocke beobachtete, konnte ich, während sie an den innern Wänden des Glases festsaßen, sehen, daß die meisten unter ihnen diesen Stoff unter ihren Schuppen trugen. Es sah aus, als wenn der untere und hintere Rand der Schuppen doppelt, oder als wenn die Schuppen selbst doppelt wären; doch konnte ich zugleich auch feststellen, daß dieser Stoff nicht fest, sondern lose saß.

Nachdem ich ausfindig gemacht hatte, daß der von den Bienen an ihren Füßen eingetragene Stoff nichts anderes als Blumenstaub, und allem Anscheine nach zur Nahrung für die Maden, keinesweges aber zur Wachsbildung bestimmt war, und da ich bis jetzt nichts wahrgenommen hatte, was mir eine Vorstellung von dem hätte geben können, was das Wachs eigentlich sei, so kam ich zu der Vermuthung, daß diese Schuppen es sein könnten. Ich steckte mehre auf die Spitze einer Nadel und näherte sie einer Lichtflamme. Sie schmolzen und bildeten ein Kügelchen. Ich zweifelte nun nicht mehr, daß es Wachs sei, und überzeugte mich davon in noch entscheidenderer Weise, als ich bestätigt fand, daß man diese Schüppchen nur in der Zeit antrifft, in welcher die Bienen ihre Waben bauen.«

Weiter theilt der Verfasser mit, daß er sich vergeblich abgemüht habe, die Bienen in dem Augenblicke zu überraschen, in welchem sie diese Wachsschüppchen unter ihren Ringen wegnahmen; es ist ihm nicht gelungen.

Dann versichert er noch, daß sie mit diesem aus ihren Ringen ausgeschwitzten Stoffe ihre Waben bauen, meint aber, daß sie ein wenig Blumenstaub damit mischen, wenn die Wachsausscheidung nicht groß genug ist, um für ihre Arbeit zu genügen.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Huber, Franz

Neue Beobachtungen an Bienen

Bd.: 3

Einbeck 1858

Oecon. 896 d-3/4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10296056-0